

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

ESSAI DOCTORAL PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE

PAR
MARIE-CLAUDE BOUCHARD-AUBIN

UTILISATION DU ROBOT HUMANOÏDE NAO COMME OUTIL DE DÉPISTAGE
DES TROUBLES NEUROCOGNITIFS CHEZ UNE POPULATION ÂGÉE

5 FÉVRIER 2020

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE (D. Ps.)

PROGRAMME OFFERT PAR L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

UTILISATION DU ROBOT HUMANOÏDE NAO COMME OUTIL DE DÉPISTAGE
DES TROUBLES NEUROCOGNITIFS CHEZ UNE POPULATION ÂGÉE

PAR
MARIE-CLAUDE BOUCHARD-AUBIN

Julie Bouchard Ph. D.

Université du Québec à Chicoutimi

Sébastien Gaboury Ph. D.

Université du Québec à Chicoutimi

Essai présenté le 5 février 2020

Sommaire

Les troubles neurocognitifs, dont la maladie d'Alzheimer, touchent annuellement un grand nombre de Canadiens. Le dépistage et le diagnostic de ces maladies à un stade précoce sont essentiels afin de mettre en place des interventions qui pourront préserver le plus longtemps possible l'autonomie et la qualité de vie des personnes atteintes. Cependant, les troubles neurocognitifs sont bien souvent dépistés à un stade avancé. Les changements démographiques relatifs au vieillissement de la population canadienne auront possiblement pour conséquence une aggravation de ce phénomène. En ce sens, le développement d'aides technologiques utilisant l'intelligence artificielle pourrait représenter une alternative efficace pour soutenir les professionnels de la santé et leur permettre de redistribuer plus efficacement leur temps. La présente étude avait pour objectif de déterminer si le robot humanoïde NAO peut représenter une plateforme efficace pour l'administration de tests de dépistage standardisés des troubles neurocognitifs auprès des personnes âgées de 65 ans et plus. Le robot NAO a été programmé afin d'être en mesure d'administrer de façon autonome deux tests de dépistage des troubles neurocognitifs; le Mini-Mental State Examination et le test de l'horloge. La démarche expérimentale consistait à administrer aux mêmes participants à deux reprises les tests de dépistage, et ce, à sept jours d'intervalle; à une reprise par un examinateur humain, et une autre à l'aide du robot humanoïde NAO. Les résultats obtenus par 36 participants âgés entre 65 et 84 ans ont ainsi été comparés. L'attitude initiale des participants envers les robots et le niveau d'acceptation de ceux-ci face au robot NAO ont également été mesurés à l'aide d'échelles et de questionnaires.

Les données montrent qu'il existe une différence significative entre les résultats recueillis par le robot NAO et l'examineur humain aux mêmes tests de dépistage, des résultats significativement supérieurs étant généralement recueillis par l'examineur humain. Les résultats montrent cependant une corrélation moyenne-élevée entre les résultats recueillis au MMSE ($r = 0,568$, $p < 0,001$), mais pas au test de l'horloge. La différence significative entre les résultats recueillis pourrait être expliquée par la présence d'importants dysfonctionnements technologiques avec le robot NAO ayant pu influencer à la baisse les résultats obtenus par les participants. Les résultats recueillis à l'échelle d'acceptation adaptée du modèle Almere montrent que le robot NAO est généralement bien accepté par ses utilisateurs, avec une moyenne de 92,75 ($\acute{E}.T. = 13,61$) points sur une possibilité de 130 points à l'échelle d'acceptation adaptée du modèle Almere, ce qui correspond à une moyenne de 3,57 par item sur une échelle de type Likert en cinq points. La perception d'utilité de la technologie par les participants ainsi que les caractéristiques physiques du robot semblent être deux des facteurs ayant influencé positivement le niveau d'acceptation des participants. Les données ont également révélé qu'il n'existe pas de corrélation significative entre les résultats obtenus aux épreuves de dépistage et le niveau d'acceptation des participants vis-à-vis du robot. De plus, contrairement à ce qui était attendu, il n'existe pas de corrélation significative entre l'attitude initiale des participants envers les robots et leur niveau d'acceptation du robot NAO dans le cadre de leur interaction avec celui-ci, le niveau d'acceptation des participants envers cette technologie ne semblant ainsi pas affecter significativement les résultats obtenus aux épreuves.

Somme toute, le robot NAO pourrait effectivement représenter une plateforme efficace pour l'administration d'épreuves de dépistage des troubles neurocognitifs auprès des personnes âgées, mais d'importantes améliorations devront être appliquées à la technologie afin d'éliminer la présence de dysfonctionnements. Une fois les dysfonctionnements résolus, d'autres études seront ainsi nécessaires afin de préciser l'efficacité du robot NAO comme outil de dépistage des troubles neurocognitifs auprès des personnes âgées.

Table des matières

Sommaire	iii
Remerciements	ix
Liste des tableaux	x
Introduction	1
Contexte théorique	5
Définition et prévalence des troubles neurocognitifs au Canada	6
Dépistage et diagnostic des troubles cognitifs	8
Contexte des soins de santé	11
Technologies et dépistage des troubles neurocognitifs	12
Robots sociaux d'assistance et personnes âgées	15
Acceptabilité des robots d'assistance auprès d'utilisateurs âgés	18
Le robot NAO et son utilisation auprès des aînés	20
Objectifs de l'étude	25
Hypothèses	26
Méthodologie	27
Devis de recherche	28
Participants	28
Instruments	30

Questionnaire sociodémographique	30
Mini-mental State Examination (MMSE)	31
Test de l'horloge	32
Formulaires d'observations	34
Procédure et déroulement de l'expérimentation	34
Phase 1 : Recrutement, signature du formulaire de consentement et questionnaire sociodémographique	34
Phase 2 : Expérimentations en laboratoire	36
Examineurs humains présents pendant les expérimentations	39
Analyses effectuées	39
Résultats	41
Description de l'échantillon	42
Première hypothèse : différence et association entre les résultats recueillis par le robot NAO et un examinateur humain	44
Deuxième hypothèse : niveau global d'acceptation envers le robot NAO	48
Troisième hypothèse : Influence du niveau d'acceptation	51
Autre élément important à considérer pour l'interprétation	53
Discussion	55
Rappel des objectifs de recherche	56

Discussion des hypothèses de recherche	56
Forces et limites de l'étude	70
Recommandations et pistes de recherches futures	77
Conclusion	79
Références	82
Appendice A : Questionnaire de vérification de l'admissibilité du participant	89
Appendice B : Questionnaire sociodémographique	91
Appendice C : Échelle d'attitude vis-à-vis des robots (NARS)	96
Appendice D : Formulaire de cotation du test de l'horloge	99
Appendice E : Échelle adaptée du modèle Almere	102
Appendice F : Formulaire d'observation	105
Appendice G : Formulaire de consentement	110
Appendice H : Certification éthique	117
Appendice I : Ordre d'administration des expérimentations	119
Appendice J : Protocole des tests administrés par l'examineur humain	122
Appendice K : Emplacement des objets pendant l'expérimentation	128
Appendice L : Protocole des tests administrés par le robot NAO	132
Appendice M : Respect des postulats de base	139

Liste des tableaux

Tableau

1	Plus haut niveau de scolarité atteint par les participants.....	43
2	Problèmes de santé physique et psychologique rapportés par les participants.....	44
3	Principaux résultats – modèles d’analyse de la variance.....	45
4	Estimé de la moyenne des moindres carrés.....	46
5	Mesures de tendance centrale et analyse de la corrélation.....	47
6	Mesures de tendance centrale – Échelles d’acceptation.....	49
7	Moyenne par item – Échelle d’acceptation du robot NAO (Modèle Almere).....	50
8	Corrélations entre les niveaux d’acceptabilité et les différentes échelles.....	52

Remerciements

Tout d'abord, mes remerciements s'adressent à ma directrice de recherche, Mme Julie Bouchard, qui m'a guidée et accompagnée d'une manière exceptionnelle tout au long de mes études universitaires en psychologie. Son soutien, son écoute, sa grande disponibilité ainsi que ses conseils avisés auront été pour moi un facteur important de réussite. J'aimerais également remercier mon codirecteur, M. Sébastien Gaboury, pour toute son aide concernant la partie technique et technologique de mon essai doctoral. Je remercie également les membres de mon jury d'évaluation pour leur temps, leur rigueur et leurs précieux commentaires. Un grand merci à Kévin Chapron, étudiant au doctorat en informatique, pour avoir programmé le robot NAO et pour m'avoir aidé à faire face aux dysfonctionnements technologiques. Merci également aux inestimables assistants de recherches qui m'ont apporté leur aide aux diverses étapes du processus.

J'aimerais adresser un remerciement particulier à ma mère et à mon conjoint, qui ont été d'un soutien indéfectible dès le tout début de mes études universitaires. Les mots me manquent pour exprimer à quel point leur présence, leur écoute et leur fierté à mon égard ont fait la différence. À tous les membres de ma famille, de ma belle-famille ainsi qu'à mes amis, merci d'avoir été présents, d'avoir cru en moi et de m'avoir supportée tout au long de cette belle et longue aventure. Merci d'avoir fêté avec moi les petites victoires, mais aussi d'avoir accueilli avec gentillesse et empathie les périodes de larmes et de découragement qu'entraîne inévitablement un travail de si longue haleine. J'adresse également mes remerciements à mes précieux collègues et amis du doctorat en

psychologie ; Marilyne, Pierre-Luc, Pier-Yves, Élisabeth, Amélie, Stéphanie, Julie et Francis. Ensemble, nous avons su rendre cette aventure doctorale tellement plus belle, chaleureuse et enrichissante.

Finalement, j'aimerais remercier chacun des participants qui ont montré un intérêt pour cette étude et qui se sont déplacés deux fois plutôt qu'une dans les locaux de l'Université du Québec à Chicoutimi. Votre précieuse contribution fait véritablement la différence pour la recherche scientifique en région !

Introduction

Les troubles neurocognitifs, dont la maladie d'Alzheimer, sont un regroupement d'affections qui touchent les fonctions mentales telles que la mémoire, le langage, le raisonnement, le jugement et bien d'autres. Annuellement, un grand nombre de canadiens âgés de plus de 65 ans sont atteints par ces maladies. Leur dépistage et leur diagnostic à un stade précoce sont essentiels afin de mettre en place des interventions qui pourront préserver le plus longtemps possible l'autonomie et la qualité de vie des personnes atteintes. Cependant, les troubles neurocognitifs sont bien souvent dépistés à un stade avancé (Cordell et al., 2013). Les changements démographiques relatifs au vieillissement de la population canadienne auront possiblement pour conséquence une aggravation de ce phénomène. Dans un contexte où la demande sera de plus en plus forte, mais où l'offre de services (professionnels de la santé) sera limitée par la baisse de la population active (Ministère de la Santé et des Services sociaux, 2001), il sera essentiel de revoir l'organisation des soins de santé afin d'optimiser les ressources et permettre aux professionnels de la santé de répartir leur temps de manière efficace (Heerink, Kröse, Evers, & Wielinga, 2010). En ce sens, le développement d'aides technologiques pourrait représenter une alternative efficace pour soutenir les professionnels de la santé et leur permettre de redistribuer plus efficacement leur temps.

Les études portant sur l'utilisation de technologies dans le dépistage et l'évaluation des troubles neurocognitifs demeurent restreintes et aucune technologie ne permet, à ce jour, de dépister rapidement et efficacement les troubles neurocognitifs à l'aide d'instruments standardisés qui ont démontré leur efficacité (Carter & Rosen, 1999 ; Jimison, Pavel & Pavel, 2003). Bien que peu exploré jusqu'à présent par la recherche scientifique, l'utilisation de robots sociaux d'assistance comme plateforme d'administration de tests de dépistage standardisés auprès des personnes âgées apparaît prometteuse. Notamment, le robot NAO, un robot humanoïde de petite taille, pourrait représenter une plateforme d'administration efficace, celui-ci étant généralement bien acceptée par la population âgée (Torta & al, 2014 ; Dinet & Vivian, 2015). Cependant, notons qu'un très petit nombre d'études se sont intéressées à l'utilisation du robot humanoïde NAO auprès de personnes âgées. Ces études comportent généralement des limites méthodologiques importantes comme un petit échantillon, un manque de randomisation, un manque d'outils standardisés ou encore peu de rigueur méthodologique. De plus, à notre connaissance, la possibilité d'utiliser le robot humanoïde NAO à des fins de dépistage des troubles neurocognitifs n'a jamais été considérée par une autre recherche scientifique jusqu'à présent.

La présente étude s'inscrit dans ce contexte. En effet, elle a pour objectif de déterminer si le robot humanoïde NAO peut représenter une plateforme efficace pour l'administration de tests de dépistage standardisés des troubles neurocognitifs auprès des personnes âgées de 65 ans et plus. Cet essai doctoral comporte quatre sections. La

première section expose l'état des connaissances scientifiques concernant notamment les troubles neurocognitifs, leurs modalités de dépistage et les différentes technologies visant à les dépister, les robots sociaux d'assistance, leur acceptabilité auprès d'une population ainsi que leur utilisation auprès des personnes âgées. Les objectifs et les hypothèses de recherche y sont également détaillées. La seconde section de cet essai aborde le cadre méthodologique de l'étude, détaillant notamment l'échantillon, le déroulement de l'expérimentation, les instruments utilisés ainsi que les analyses statistiques pratiquées. La troisième section présente les résultats recueillis alors que la quatrième section permet d'interpréter ceux-ci tout en effectuant des liens avec l'état actuel des connaissances. Les forces et limites de l'étude sont également exposées dans cette dernière section. Enfin, la conclusion rapporte les éléments significatifs concernant l'utilisation du robot NAO comme outil de dépistage des troubles neurocognitifs auprès des personnes âgées.

Contexte théorique

Définition et prévalence des troubles neurocognitifs au Canada

Les troubles neurocognitifs (TNC) sont définis par le Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux (DSM-V) comme un regroupement d'affections qui touchent les fonctions cognitives, c'est-à-dire les fonctions mentales comme la mémoire, le langage, le raisonnement, le jugement et bien d'autres (American Psychiatric Association, 2013). Ces troubles présentent habituellement une progression graduelle et un début insidieux. Leurs manifestations ne sont par conséquent pas présentes à la naissance ou dans l'enfance et elles représentent un déclin par rapport au niveau de fonctionnement antérieur de la personne atteinte (APA, 2013). Autrefois désignés par le terme « démences », le DSM-V reconnaît plusieurs sous-types de troubles neurocognitifs, comme le TNC dû à une maladie d'Alzheimer, le TNC vasculaire, le TNC frontotemporal, le TNC avec corps de Lewy, le TNC dû à une maladie de Parkinson, le TNC dû à une lésion cérébrale traumatique ainsi que plusieurs autres (APA, 2013).

En fonction du niveau d'atteinte, le DSM-V différencie les troubles neurocognitifs dits légers de ceux dits majeurs (American Psychiatric Association, 2013). Afin d'établir le diagnostic d'un trouble neurocognitif léger, un déclin modeste des habiletés cognitives

de la personne atteinte doit être constaté par rapport à son niveau antérieur de fonctionnement. De plus, les changements cognitifs constatés ne doivent pas interférer avec les capacités d'autonomie de la personne, cette dernière étant toujours en mesure d'accomplir les activités de la vie quotidienne et domestique, même si un effort plus important, des stratégies compensatoires ou des accommodements peuvent être nécessaires (American Psychiatric Association, 2013). De leur côté, les troubles neurocognitifs majeurs représentent un déclin cognitif significatif par rapport au niveau de fonctionnement antérieur. Les déficits constatés ont une interférence importante avec l'autonomie de la personne dans la réalisation des actes du quotidien (American Psychiatric Association, 2013). Au fur et à mesure de l'évolution du trouble neurocognitif, la personne atteinte voit progressivement son autonomie réduite jusqu'à nécessiter une prise en charge presque complète à un stade plus avancé de la maladie (Société Alzheimer du Canada, 2016).

D'après les données de la Société Alzheimer du Canada, en 2015, c'est près de 564 000 Canadiens qui étaient atteints d'un trouble neurocognitif. De ce nombre, seulement 2,8 % étaient âgés de moins de 65 ans (Société Alzheimer du Canada, 2016). Les personnes âgées représentent ainsi la plus grande proportion des personnes atteintes de troubles neurocognitifs. Effectivement, en 2015, on estimait qu'au Canada, les troubles neurocognitifs faisaient leur apparition en moyenne à l'âge de 80 ans (Grignon & al., 2015). En tout, on estime à 10,4 milliards le coût imputé pour prendre soin des personnes atteintes de ces maladies (Société Alzheimer du Canada, 2016). Actuellement, au Canada,

un vieillissement de la population plus important s'installe. Selon les projections, les personnes âgées de 65 ans et plus représenteront près de 25 % de la population canadienne en 2036, alors qu'ils représentaient 14,9 % de la population en 2012 (Statistique Canada, 2012). Le risque d'être atteint d'un trouble neurocognitif augmentant considérablement avec l'âge, le vieillissement démographique de la population aura pour conséquence une augmentation substantielle du nombre de personnes atteintes de troubles neurocognitifs au Canada (Société Alzheimer du Canada, 2016). Ainsi, en 2030, les projections estiment à plus de 937 000 le nombre de Canadiens qui seront atteints d'un trouble neurocognitif majeur. Si on ajoute à ce dernier chiffre les personnes souffrant d'un trouble neurocognitif léger, celui-ci devrait augmenter de près de 50 % (Société Alzheimer du Canada, 2016).

Dépistage et diagnostic des troubles cognitifs

On peut définir le dépistage comme un « ensemble d'examens effectués au sein d'une population saine afin de dépister une affection latente à un stade précoce » («Dépistage», 2006, p. 265). Sans permettre d'établir par elles seules un diagnostic, les épreuves de dépistage sont une manière rapide et efficace de départager les sujets probablement atteints d'une affection des sujets qui n'en sont probablement pas atteints. En matière de dépistage des troubles neurocognitifs, plusieurs épreuves standardisées ont été développées dans les dernières décennies. Selon la US Preventive Service Task Force,

certaines instruments, présentant une sensibilité¹ et une spécificité² de plus de 80 à 90 %, permettent de départager avec précision qui, dans une population, est probablement atteint de trouble neurocognitif (Lin, O'Connor, Rossom, Perdue & Eckstrom, 2013). Parmi ces tests validés, on peut notamment citer le Mini-Mental State Examination, test de dépistage le plus utilisé à l'échelle mondiale, ainsi que le test de l'horloge, qui sont tous deux reconnus pour leurs excellentes qualités psychométriques (Borson & al., 1999; Folstein, Folstein & McHugh, 1975; Lin et al., 2013). L'utilisation de tests de dépistage des troubles neurocognitifs s'avèrerait d'ailleurs beaucoup plus efficace que le dépistage spontané basé sur le jugement clinique des professionnels de la santé. Les résultats de Borson, Watanabe, Tu et Lessig (2006) montrent que les professionnels de la santé départagent correctement les participants atteints de troubles neurocognitifs de ceux qui n'en sont pas atteints dans seulement 59 % des cas, contre 83 % des cas lorsqu'ils utilisent une épreuve standardisée de dépistage des troubles neurocognitifs comme le Mini-Cog (Borson et al., 2006).

Les bénéfices d'une détection précoce des troubles neurocognitifs sont nombreux (Borson & al., 2013). Tout d'abord, un dépistage précoce est essentiel afin d'identifier les causes potentiellement traitables ou réversibles de certains types de troubles neurocognitifs (Boise, Neal & Kaye, 2004; Clarfield, 1988). De plus, l'identification précoce des troubles neurocognitifs permet de mieux gérer les autres affections qui

¹ La sensibilité représente la proportion de personnes véritablement atteintes d'une affection qui sont identifiées par un instrument de dépistage comme étant atteintes de la maladie (Bernaud, 2007).

² La spécificité représente la proportion de personnes qui ne sont pas atteintes d'une affection et qui sont effectivement identifiées comme non atteintes par un test de dépistage (Bernaud, 2007).

peuvent coexister avec la maladie (diabète, maladie cardiaque, etc.) et permet à la personne atteinte de recevoir des services, des traitements et des interventions qui auront pour conséquence un meilleur pronostic à long terme (Boise et al., 2004; Lin et al., 2013; Société d'Alzheimer du Canada, 2016). Un dépistage tardif ou, pire encore, une absence complète de celui-ci prive les personnes atteintes d'un accès à des traitements, des interventions et des services qui leur permettraient de maintenir le plus longtemps possible leur indépendance (Lin et al., 2013). Dans un rapport pour la Société Alzheimer, Cordell et ses collaborateurs (2013) exposent que les interventions adaptées permettent aux personnes atteintes de troubles neurocognitifs de recevoir des soins globaux d'une meilleure qualité, de réduire l'apparition de comportements indésirables souvent reliés à ces troubles et d'augmenter l'accès aux services pour la personne atteinte et les individus qui en prennent soin, ce qui permet de diminuer considérablement le risque de stress et d'anxiété chez les proches aidants (Cordell et al., 2013).

Pourtant, un peu partout dans le monde, on rapporte des lacunes importantes au niveau du dépistage et du diagnostic des troubles neurocognitifs (Boise, Neal & Kaye, 2004; Borson et al., 2013). Chez les patients qui consultent en première ligne, on estime que le déclin cognitif passerait inaperçu dans 21 à 81 % des cas, des tests de dépistage n'étant pas toujours administrés d'office (Cordell et al., 2013). En 2013, une étude ontarienne s'est intéressée à la prévalence des démences non diagnostiquées chez les personnes âgées hébergées en institution. Les résultats de cette étude montrent que plus de 11,6 % des participants âgés qui n'avaient pas de diagnostic de démence enregistré à

leur dossier présentaient un déficit sévère concernant les fonctions cognitives et l'autonomie. On y conclut donc qu'une proportion importante des résidents ont des fonctions cognitives et un fonctionnement quotidien de pauvres à pathologiques (Bartfay, Bartfay & Gorey, 2013). D'ailleurs, on estime que près de 76 % des personnes atteintes de démence seraient diagnostiquées seulement à un stade modéré à sévère de la maladie (Lin et al., 2013).

Contexte des soins de santé

Les changements démographiques relatifs au vieillissement de la population canadienne auront des répercussions importantes pour la société québécoise, notamment au niveau des soins de santé, qui seront de plus en plus sollicités (Institut de la statistique du Québec, 2010). L'augmentation du nombre de personnes âgées et, avec elle, une augmentation substantielle du nombre de personnes atteintes de troubles neurocognitifs, aura pour effet d'exercer une pression importante sur le système de santé dans les prochaines années (Ministère de la Famille, 2012, 2018). Dans un contexte où la demande sera de plus en plus forte, mais où l'offre sera limitée par la baisse de la population active (Ministère de la Santé et des Services Sociaux, 2001), il sera essentiel de revoir l'organisation des soins de santé afin d'optimiser les ressources et de permettre aux professionnels de la santé de répartir leur temps de manière efficace (Heerink, et al., 2010).

Dans son plan d'action 2012-2017, le ministère de la Famille du Québec (2012) proposait d'ailleurs certaines mesures concrètes afin d'augmenter l'offre et l'accessibilité

aux services pour soutenir les personnes âgées dans leur milieu et dans leur communauté. L'une des mesures clés de ce plan d'action passait par la mise en place de nouvelles mesures d'évaluation et de traitement destinées aux aînés atteints de déficits cognitifs reliés ou non au vieillissement normal. Dans le plan d'action 2018-2023, cette mesure est d'ailleurs reconduite dans une orientation stratégique plus large visant l'implantation de meilleures pratiques dans l'offre de services aux aînés atteints de la maladie d'Alzheimer ou d'autres maladies neurocognitives (Ministère de la Famille, 2018). Dans ce contexte où la nécessité de mettre en place des services pour les personnes âgées se fait de plus en plus pressante, mais où le système de santé connaîtra des pressions importantes qui pourraient nuire à cette implantation, le développement d'aides technologiques représente, selon plusieurs auteurs, une alternative efficace afin de soutenir les professionnels de la santé dans leurs tâches (Abdi, Al-Hindawi, Ng T. & Vizcaychipi, 2018; Heerink et al., 2010).

Technologies et dépistage des troubles neurocognitifs

Bien que les soins dispensés aux personnes âgées atteintes de troubles neurocognitifs par un personnel soignant humain soient irremplaçables, le développement et l'utilisation de technologies d'assistance utilisant l'intelligence artificielle ont le potentiel de bonifier significativement les soins apportés, et ce, autant pour le personnel humain que pour les bénéficiaires de services (Pollack, 2005). Du côté des professionnels, ces technologies d'assistance permettront entre autres de soulager la charge de travail et de favoriser une meilleure redistribution du temps. Par ailleurs, chez la personne âgée, ces

technologies pourront principalement favoriser le maintien à domicile et faciliter l'accomplissement des tâches de la vie quotidienne (Broekens, Heerink & Rosendal, 2009; Wrobel, Pino, Wagnier & Rigaud, 2014).

À ce jour, il existe certaines technologies d'assistance ayant comme fonction l'évaluation du statut cognitif chez la personne âgée (Pollack, 2005). Par exemple, certaines technologies permettent d'évaluer le niveau de fonctionnement de la personne âgée de manière continue et sur une longue période de temps lors de la réalisation des activités quotidiennes (Carter & Rosen, 1999; Jimison et al., 2003). Ces technologies évaluent généralement certains indices dans le quotidien de la personne sans pour autant faire utilisation de tests de dépistage standardisés. À titre d'exemple, en 2015, un groupe de chercheurs a développé un système qui permettrait de détecter des changements cognitifs à l'aide de dispositifs discrets implantés dans le milieu de vie de la personne âgée (Akl, Taati & Mihailidis, 2015). En calculant certains paramètres comme la vitesse de la marche et le degré d'activité général dans le foyer sur une durée de 24 semaines, le système a été en mesure détecter correctement la présence de troubles cognitifs légers avec une précision de plus de 90 % pour les 97 participants évalués. Pour ce faire, la présence de modification dans l'état cognitif des participants a été mesurée à 3 reprises à l'aide de tests de dépistages standardisés (Mini-Mental State Examination et Clinical Dementia Rating), puis comparée aux résultats obtenus par le système. Somme toute, bien que très efficaces, les technologies implantées au domicile même de la personne âgée impliquent des coûts importants et nécessitent une longue période d'utilisation, limitant

ainsi considérablement le nombre d'utilisateurs pouvant bénéficier de cette technologie dans un délai raisonnable et avec des moyens financiers limités. Une technologie qui serait en mesure d'administrer de manière autonome certains tests de dépistage afin d'évaluer le statut cognitif d'une personne pourrait représenter une alternative rapide et moins couteuse aux systèmes précédemment exposés.

Dans les dernières années, le développement d'outils de dépistage standardisés en version informatique (via ordinateur ou tablette) visant spécifiquement l'évaluation et le dépistage des troubles cognitifs auprès des personnes âgées s'est popularisé (Tierney & Lerner, 2010; Zigouris & Tsolaki, 2015). À ce titre, en 2015, Zigouris et Tsolaki ont recensé 17 batteries ou épreuves de dépistage qui visaient l'évaluation des processus cognitifs auprès des personnes âgées. Selon les auteurs, malgré la richesse des instruments disponibles, il n'existe présentement pas de consensus sur leur efficacité et leur pertinence. Il faut également noter qu'il n'est pas possible de confirmer l'équivalence entre les passations classiques de type « papier-crayon » et leurs adaptations informatiques. Effectivement, la présentation des consignes et des stimuli ainsi que les modalités de réponses peuvent affecter non seulement les résultats du test, mais aussi les processus cognitifs mesurés par ceux-ci (Zigouris et al., 2015). Ainsi, le développement de modalités alternatives concernant l'administration d'épreuves standardisées de dépistage auprès des personnes âgées apparaît pertinent. En ce sens, les technologies d'assistance robotisées pourraient représenter une plateforme d'administration efficace.

Robots sociaux d'assistance et personnes âgées

Selon Broekens et ses collaborateurs (2009), les technologies d'assistance robotisées peuvent être divisées en deux grandes catégories : les robots de réhabilitation et les robots sociaux d'assistance. D'abord, les robots de réhabilitation sont des technologies qui se concentrent sur la dimension physique de leur utilisateur et qui ne possèdent pas la capacité de communiquer directement avec ceux-ci. À ce titre, on peut citer les fauteuils roulants intelligents ou encore les membres artificiels robotisés (neuroprothèses; Bougrain & Le Golvan, 2016; Broekens et al., 2009; Matsumoto, Ino & Ogasawara, 2001). Les robots sociaux d'assistance, quant à eux, sont définis par Broekens et ses collaborateurs (2009) comme des entités sociales possédant la capacité d'interagir de façon flexible avec leur utilisateur. Ces robots ont habituellement pour objectif de favoriser la participation des personnes en situation de handicap physique ou cognitif à certaines activités pour ultimement améliorer leur bien-être physique et psychologique (Wrobel et al., 2014). Ces derniers peuvent se diviser en deux sous-catégories, soit les robots dédiés à l'assistance, qui viennent en aide à la personne âgée dans ses tâches quotidiennes, et les robots-compagnons, qui ont pour objectif d'améliorer la santé et le bien-être psychologique de la personne âgée (Broekens et al., 2009). Il est à noter que certains robots sociaux d'assistance peuvent appartenir à la fois aux deux catégories, en fonction de leur utilisation.

Dans les dernières années, trois revues systématiques de la littérature se sont intéressées à l'utilisation des robots sociaux d'assistance dans les soins destinés aux

personnes âgées (Abdi et al., 2018; Kachouie, Sedighadeli, Khosla & Chu, 2014; Pu, Moyle, Jones & Todorovic, 2018). Selon les différents auteurs, presque toutes les études incluses ont rapporté des effets positifs à l'utilisation de robots sociaux d'assistance auprès des personnes âgées et aucun impact proprement négatif de l'utilisation de ceux-ci n'est noté. Plusieurs des études citées rapportent, par exemple, une amélioration de la qualité de vie, des effets psychologiques et sociaux positifs ainsi qu'une amélioration de l'humeur et une diminution de certains sentiments comme la dépression ou la solitude chez les utilisateurs (Kachouie et al., 2014; Kanamori et al., 2003; Kidd, Taggart et Turkle, 2006; Wada, Shibata, Saito et Tanie, 2002). Kachouie et ses collaborateurs (2014) concluent que les robots sociaux d'assistance peuvent potentiellement augmenter le bien-être des personnes âgées et diminuer la charge de travail des personnes soignantes. Par contre, les auteurs de chacune des trois revues systématiques font aussi ressortir le manque d'études sur le sujet possédant une méthodologie rigoureuse et un nombre de participants suffisant, ce qui limite l'utilité des résultats obtenus (Abdi et al., 2018; Kachouie et al., 2014; Pu et al., 2018).

Dans une autre revue de littérature, Mordoch, Osterreicher, Guse, Roge et Thompson (2013) se sont intéressés à l'utilisation des robots sociaux d'assistance spécifiquement auprès des personnes âgées atteintes de troubles neurocognitifs. On y note que des 21 études incluses, toutes comportaient d'importantes lacunes méthodologiques limitant considérablement la généralisation des conclusions. Effectivement, aucune de ces études ne comportait de groupes randomisés, la plupart incluait de très petits

échantillons et la répliquabilité des études se faisait très difficilement en raison de l'absence de programmes informatiques communs et d'outils normalisés. Il est tout de même à noter que Mordoch et ses collaborateurs (2013) ne relèvent aucun impact négatif majeur quant à l'utilisation des robots sociaux d'assistance auprès des personnes âgées atteintes de troubles neurocognitifs. Malgré ces limites méthodologiques, cette revue de la littérature conclut que l'utilisation de robots sociaux d'assistance avec une population âgée atteinte de déficits cognitifs peut représenter une alternative intéressante et applicable face à l'importante demande de soins, même si d'autres études mieux construites portant sur ce sujet seront nécessaires dans un proche avenir (Mordoch et al., 2013).

À notre connaissance, un seul groupe de chercheurs s'est intéressé à l'utilisation d'un robot social d'assistance afin d'évaluer l'état cognitif de personnes âgées. En 2012, Izutsu, et al., ont développé un nouvel outil basé sur le Hierarchic Dementia Scale Revised (HDS-R), qu'ils ont implémenté au robot social d'assistance Ifbot. Le système mis au point était en mesure d'évaluer deux aspects de la cognition, soit l'orientation dans le temps et l'espace ainsi que la mémoire verbale à court terme. Lors de l'expérimentation, le robot avait pour tâche d'évaluer la sévérité de la démence de 10 participants qui avaient, au préalable, été évalués avec des outils de dépistage validés (entre autre le Mini Mental State Examination). Les résultats obtenus montrent que l'échelle implémentée directement au robot Ifbot peut évaluer le degré de sévérité d'une démence de manière appropriée. En revanche, les auteurs rapportent que des améliorations au système seront nécessaires, particulièrement concernant la saisie vocale ainsi que la reconnaissance et

l'interprétation des réponses par le robot. En 2015, le même groupe de chercheurs a développé un système d'évaluation automatisé des résultats au Test de l'horloge, un test fréquemment utilisé pour dépister et évaluer la sévérité des troubles neurocognitifs (Shigemori et al., 2015). Les résultats ont démontré que la méthode proposée reconnaissait correctement 87,6 % des horloges dessinées par les participants. L'objectif des chercheurs était d'ajouter ce système d'analyse au robot Ifbot afin d'améliorer ses performances d'évaluation de la sévérité d'une démence.

Acceptabilité des robots d'assistance auprès d'utilisateurs âgés

Afin que l'utilisation de robots sociaux d'assistance auprès d'une population spécifique soit couronnée de succès, cette technologie se doit impérativement d'être acceptée par ses utilisateurs (Broadbent, Staffort & MacDonald, 2009). Les recherches portant sur l'acceptabilité des robots sociaux auprès de diverses populations démontrent que plusieurs types de facteurs doivent être considérés afin de favoriser l'opinion et l'attitude des utilisateurs (Broadbent et al., 2009; Dinet & Vivian, 2015; De Graaf & Ben Allouch, 2013; Heerink et al., 2010). D'après Broadbent et ses collaborateurs (2009), qui ont réalisé une revue de littérature sur la réponse humaine aux robots d'assistance utilisés dans le domaine de la santé, il est essentiel de considérer les facteurs relatifs à l'utilisateur ainsi que les facteurs relatifs à la technologie pour favoriser l'acceptation. Sur le plan de l'utilisateur, les huit facteurs les plus susceptibles d'avoir une influence sur la réponse d'un individu à une technologie seraient : son âge, ses besoins, son sexe, son expérience avec la technologie, ses habiletés cognitives, son niveau d'éducation, son niveau d'anxiété

ainsi que son attitude initiale envers les robots. Plus particulièrement, l'attitude de départ des participants envers les robots d'assistance serait une variable primordiale, l'attitude positive d'un participant avant une interaction avec la technologie étant fortement corrélée à une évaluation positive après l'interaction (Stafford, MacDonald, Li & Broadbent, 2014). Notons que l'échelle NARS, validée et traduite en langue française auprès d'une population d'âges variés, est l'instrument le plus fréquemment utilisé dans la littérature afin d'évaluer l'attitude initiale des participants envers les robots (Dinet & Vivian, 2015).

Certains facteurs relatifs à la technologie elle-même doivent être considérés afin d'optimiser la réponse des participants (Broadbent et al., 2009). En particulier, lors de la conception ou du choix d'un robot d'assistance, certaines caractéristiques comme l'apparence, l'aspect humain, les expressions et les dimensions faciales, la taille, le genre ainsi que la personnalité du robot sont des facteurs importants à considérer (Broadbent et al., 2009; Dinet & Vivian, 2015). Afin de favoriser l'acceptation d'une technologie robotisée par une population spécifique, le robot devrait préférentiellement satisfaire les besoins de son utilisateur, être relativement de petite taille, ne pas bouger trop rapidement, être sécuritaire et fiable en plus d'avoir une apparence qui ne s'approche pas trop de l'apparence humaine (Broadbent et al., ; Dinet & Vivian, 2015). En 2015, Dinet et Vivian ont mesuré l'attitude et le degré d'acceptation d'enfants, d'adolescents, d'adultes et de personnes âgées d'origine française vis-à-vis divers robots d'assistance en utilisant l'échelle NARS. Les résultats de cette étude montrent que l'apparence du robot est une variable centrale de l'acceptation d'une technologie, les robots trop proches de l'humain

soit par leur taille ou par leur apparence étant systématiquement classés derniers. De leur côté, les robots possédant certaines caractéristiques humaines sont évalués positivement par les utilisateurs de tous âges seulement s'ils sont petits, donc moins menaçants. Parmi les robots les mieux évalués par les participants âgés de cette étude, on compte Paro³, un petit robot possédant l'apparence d'un bébé phoque, ainsi que le robot humanoïde NAO⁴. De la même manière, en 2018, une revue de littérature portant sur l'acceptation des robots sociaux auprès des personnes âgées atteintes de troubles neurocognitifs démontre l'importance particulière de facteurs tels que la taille du robot, l'utilisation d'une communication de type humaine et la personnalisation des réponses du robot à chaque individu (Whelan et al., 2018).

Le robot NAO et son utilisation auprès des aînés

Le robot humanoïde NAO est un robot social d'assistance de forme humanoïde qui a été développé en 2006 par la compagnie française Aldebaran (SoftBank Robotics, s. d.). Aujourd'hui à sa cinquième version, ce robot de 58 centimètres possède un grand éventail de possibilités qui lui permettent d'interagir naturellement et d'entrer facilement en relation avec l'être humain. Entre autres, le robot est en mesure de se déplacer, de reproduire certains comportements, de percevoir les sons et les obstacles de l'environnement dans lequel il évolue, d'entendre et de parler, de voir et même d'accéder via WiFi ou câble Ethernet à un système de partage d'informations (SoftBank Robotics, s. d.). Ses

³ Voir la page web du distributeur (<https://www.phoque-paro.fr/>) pour plus d'informations.

⁴ Voir la page web du distributeur (<https://www.softbankrobotics.com/emea/fr/nao>) pour plus d'informations.

nombreuses fonctionnalités et ses possibilités d'utilisation presque infinies en font un objet de recherche utilisé par les scientifiques de domaines aussi variés que le génie, l'informatique, la santé, la psychologie, l'éducation et bien plus encore (Cabibihan, Javed, Ang & Aljunied, 2013; Mubin, Stevens, Shahid, Mahmud & Dong, 2013; Pennisi et al., 2016). Pourtant, un nombre relativement restreint d'études se sont intéressées à l'utilisation du robot NAO auprès d'une population âgée (Bäck, Kallio, Perälä & Mäkelä, 2012; Johnson et al., 2014; López Recio, Márquez Segura, Márquez Segura & Waern, 2013; Simonov et Delconte, 2015; Torta et al., 2014; Valentí Soler et al., 2015; Vital, Couceiro, Rodrigues, Figueiredo et Ferreira, 2013).

D'abord, deux études, provenant de l'Eindhoven University of Technology aux Pays-Bas, se sont intéressées à l'intégration du robot NAO dans un appartement intelligent destiné aux personnes âgées (Johnson et al., 2014; Torta et al., 2014). Johnson et ses collaborateurs (2014) ont amené six participants, âgés entre 56 et 93 ans, à interagir avec le KSERA, un système intégrant le robot NAO à un appartement intelligent pour favoriser l'indépendance à domicile des personnes âgées. Les résultats finaux de cette étude démontrent que le robot NAO est jugé sympathique par les participants à l'intérieur de l'appartement et que l'attitude de ceux-ci envers le robot est fortement corrélée avec l'attitude générale du participant envers la technologie. Dans une seconde étude, Torta et ses collaborateurs (2014) se sont intéressés à l'acceptation du robot NAO par les personnes âgées lorsque celui-ci est intégré à un appartement intelligent. Cette étude comportant 8 participants en bonne santé, âgés entre 70 et 95 ans, permet ainsi de mieux

connaître l'évolution de l'acceptation du robot NAO par les personnes âgées. Cette étude conclut qu'à court terme, la petite taille du robot permet de diminuer l'anxiété de la personne âgée, qui ne se sent pas menacée par lui. Par contre, cette petite taille semble affecter négativement la perception des participants à l'égard de la présence sociale du robot, ceux-ci ne le considérant pas comme une véritable personne. À long terme, les participants n'ont pas présenté de signes d'ennui ou de lassitude devant cette technologie. Même après plus de six séances, les effets bénéfiques de l'utilisation de NAO se sont maintenus dans le temps. De plus, les commentaires des participants étaient positifs à l'égard du robot, laissant croire qu'une relation émotionnelle pourrait se développer favorablement suivant une utilisation à long terme (Torta et al., 2014).

Dans un deuxième temps, Bäck et ses collaborateurs (Bäck et al., 2012) se sont intéressés à la faisabilité d'intégrer NAO comme assistant dans une maison de soins pour personnes âgées. Lors de l'expérimentation, NAO recevait des alarmes provenant directement des chambres des patients lorsque ceux-ci demandaient une assistance. NAO devait ensuite se diriger adéquatement vers la chambre d'où provenait le signal, engager une discussion avec le patient et retransmettre des images vidéo aux soignants, qui pouvaient déclencher d'autres procédures au besoin. Cette expérimentation fut conduite avec succès et NAO fut en mesure de répondre aux 29 alarmes produites par les participants en phase expérimentale. L'étude conclut qu'en plus d'être éthiquement plus acceptable que d'autres modalités technologiques (comme l'ajout de caméras directement dans la chambre du patient), l'utilisation de ce robot d'assistance paraît agréable pour les

patients et semble une alternative particulièrement efficace. De leur côté, Vital et ses collaborateurs (2013) ont développé un système implémenté au robot NAO, le RIA, qui permettrait non seulement d'offrir aux personnes âgées une présence sociale, mais permettrait également de mesurer certains paramètres comme la température corporelle, la tension artérielle et le rythme cardiaque, tout en ayant la possibilité d'alerter le personnel soignant en cas d'anormalité. Malheureusement, aucune donnée concernant l'évaluation de ce système n'est disponible à ce jour.

De la même manière, certaines études se sont intéressées à la possibilité d'utiliser NAO comme modèle dans la réalisation d'activités physiques par les personnes âgées (López Recio et al., 2013; Simonov et Delconte, 2015). Dans leur étude, Simonov et Delconte (2015) se sont intéressés à la possibilité de programmer le robot NAO afin que celui-ci accompagne des personnes âgées dans le cadre d'exercices de réadaptation en physiothérapie tout en jugeant de la qualité des exercices effectués. L'algorithme utilisé par les chercheurs a permis l'évaluation en temps réel par le robot de l'exactitude des mouvements réalisés par le patient qui suivait les indications de NAO. De leur côté, López Recio et ses collaborateurs (2013) se sont intéressés à la possibilité d'utiliser NAO en tant qu'assistant d'un physiothérapeute dans une maison de soins pour personnes âgées, le robot réalisant certains mouvements de réadaptation avec les participants. Les résultats préliminaires de cette étude ont démontré que les participants ajustaient bien leurs mouvements à ceux produits par le robot.

Finalement, à notre connaissance, une seule étude s'est intéressée à l'utilisation du robot humanoïde NAO dans les soins destinés aux personnes âgées atteintes de maladies cognitives. Dans une étude pilote réalisée en 2015, Valentí Soler et ses collaborateurs se sont intéressés aux bénéfices de l'utilisation de certains robots sociaux comme le robot humanoïde NAO ou encore le robot PARO (possédant l'apparence d'un bébé phoque), dans une thérapie adressée aux personnes souffrant de démence avancée en comparaison à une thérapie traditionnelle ou à une thérapie utilisant un chien (Valentí Soler et al., 2015). Il ne ressort que peu de différences significatives des résultats de ces études entre l'utilisation des deux types de robots, d'un chien ou d'une thérapie conventionnelle. Notamment, les participants ayant été traités à l'aide des robots (NAO et PARO) ont vu une plus grande diminution de leur niveau d'apathie. Il est également à noter que les participants suivis avec le NAO ont enregistré un déclin plus important de la cognition telle que mesuré par le MMSE (Folstein et al., 1975), mais pas lorsque mesuré à l'aide du sMMSE (Vertesi et al., 2001), une version standardisée du même outil. Par contre, plusieurs limites méthodologiques, telles que l'attrition et les défauts au niveau de la randomisation des participants, sont présentes dans cette étude. Des recherches randomisées et comportant un plus grand nombre de participants seront essentielles afin de mieux comprendre l'effet des robots dans le traitement des personnes atteintes de démence.

En somme, un très petit nombre d'études se sont intéressées à l'utilisation du robot humanoïde NAO auprès de personnes âgées. Ces études comportent généralement des

limites méthodologiques importantes, comme un petit échantillon, un manque de randomisation, un manque d'outils standardisés ou encore peu de rigueur méthodologique (Bäck et al., 2012; Johnson et al., 2014; López Recio et al., 2013; Simonov & Delconte, 2015; Torta et al., 2014; Valentí Soler et al., 2015; Vital et al., 2013). De plus, presque aucune étude ne s'est intéressée à l'utilisation du robot auprès de personnes atteintes de troubles neurocognitifs. Le besoin d'études bien construites portant sur l'acceptabilité et sur l'utilisation du robot NAO auprès d'une population âgée et, plus particulièrement, auprès de personnes atteintes de déficits cognitifs, demeure présent.

De la même manière, les études portant sur l'utilisation de technologies dans le dépistage et l'évaluation des troubles neurocognitifs demeurent plutôt rares et aucune technologie ne permet, à ce jour, de dépister rapidement et efficacement certains troubles neurocognitifs à l'aide d'instruments standardisés qui ont déjà démontré leur efficacité (Carter & Rosen, 1999; Jimison et al., 2003). À notre connaissance, un seul groupe de chercheurs s'est intéressé à l'utilisation de robots sociaux d'assistance dans le dépistage des démences (Izutsu, et al., 2012; Shigemori et al., 2015) et la possibilité d'utiliser le robot humanoïde NAO à des fins de dépistage des troubles neurocognitifs n'a jamais été considérée par une autre étude dans le passé.

Objectifs de l'étude

L'objectif de la présente étude est donc de déterminer si le robot humanoïde NAO peut représenter une plateforme efficace pour l'administration de tests de dépistage des

troubles neurocognitifs auprès des personnes âgées de 65 ans et plus. Plus spécifiquement, les objectifs de cette étude sont de :

- 1) Déterminer s'il existe une différence statistiquement significative ainsi que de préciser le niveau d'association (corrélation) entre les résultats recueillis au Mini-Mental State Examination et au test de l'horloge par le robot humanoïde NAO en comparaison aux résultats recueillis aux mêmes tests par un examinateur humain.
- 2) Déterminer le niveau d'acceptation des participants envers le robot NAO.
- 3) Préciser l'influence du degré d'acceptation sur les résultats obtenus aux tests de dépistage et de déterminer si le degré d'acceptation envers le robot NAO est corrélé avec le degré d'acceptation général envers les robots.

Hypothèses

Pour cette étude, les hypothèses suivantes ont été retenues :

- 1) Il ne devrait pas y avoir de différences significatives entre les résultats obtenus par l'examineur humain et les résultats obtenus par le robot humanoïde NAO au Mini Mental State Examination et au test de l'horloge. Le niveau d'association entre les résultats obtenus aux deux types d'évaluations sera moyen-élevé.
- 2) Sur une échelle de type Likert, le niveau global d'acceptation des participants envers le robot NAO sera de moyen à élevé.
- 3) Le niveau d'acceptation envers le robot ne devrait pas influencer les résultats obtenus aux tests de dépistages, mais devrait être corrélé à l'acceptation générale envers les robots.

Méthodologie

Devis de recherche

Afin d'atteindre les objectifs de la présente étude, c'est l'approche quantitative qui a été sélectionnée puisqu'elle permet de déterminer précisément le niveau des variables à l'étude ainsi que le degré d'association entre elles. L'approche quantitative a également permis de valider s'il existe une différence significative entre certaines variables. Plus précisément, c'est un devis de recherche quasi-expérimental à mesures répétées qui a été utilisé dans la présente étude puisque chaque participant est inclus dans les deux conditions qui ont eu lieu à sept jours d'intervalle.

Participants

Au départ, à l'aide du logiciel G*Power version 3.1 (Faul, Erdfelder, Buchner, et Lang, 2009), le nombre de participants minimal visé par cette étude était de 34. Selon les données obtenues, ce nombre minimal permet de détecter une taille d'effet moyenne (η^2) de 0,50, avec une puissance statistique de 0,80 et un seuil de signification $p = 0,05$.

Pour recruter le nombre de participants nécessaires, plusieurs stratégies ont été utilisées. D'abord, une annonce a été placée sur différentes plateformes de réseaux sociaux (Facebook et Twitter). Les personnes intéressées à participer à l'étude ont été invitées à

contacter l'étudiante responsable du projet par téléphone ou par courriel afin de vérifier leur admissibilité et de prendre rendez-vous. Cette annonce a également été transmise aux personnes ressources de la Fédération d'Âge d'Or du Québec (FADOQ), puis présentée lors de rassemblements de ses membres. De plus, de courtes entrevues ont été réalisées à la radio et à la télévision locale afin d'inviter la population concernée à participer à l'étude. Pour être admissible, chaque participant devait satisfaire aux six critères d'inclusion suivants :

- 1) Être âgé de 65 ans ou plus;
- 2) Être apte légalement à consentir seul à leur participation à l'étude;
- 3) Habiter sur le territoire du Saguenay–Lac-Saint-Jean;
- 4) Ne pas avoir reçu un diagnostic de démence ou de trouble cognitif majeur (autorapporté);
- 5) Ne pas souffrir d'un trouble psychiatrique important (autorapporté);
- 6) Ne pas présenter de déficit sensoriel majeur qui ne serait pas traité (autorapporté).

Afin de s'assurer du respect des critères d'inclusion, une courte entrevue téléphonique a été réalisée avec chaque participant préalablement aux expérimentations par un assistant de recherche qualifié et supervisé par la chercheure/neuropsychologue responsable de l'étude. Le questionnaire de vérification de l'admissibilité utilisé auprès des participants est présenté à l'appendice A.

Instruments

Questionnaire sociodémographique

Le questionnaire sociodémographique (voir appendice B) mis au point pour la présente étude avait pour objectif de consigner les renseignements descriptifs concernant les participants. Prenant seulement quelques minutes à compléter, ce questionnaire inclut des informations de base telles que le sexe, la date de naissance ainsi que des informations sur l'état civil du participant. De plus, des questions concernant le niveau de scolarisation et l'emploi actuel ou passé du participant sont également incluses dans le questionnaire. Celui-ci a aussi permis de recueillir certaines données sur la condition médicale du participant, comme la présence de problèmes de santé physique ou psychologique.

Échelle d'attitudes envers les robots

Afin de préciser l'attitude initiale des participants envers les robots avant le début des expérimentations, la version validée en langue française de l'Échelle d'attitudes vis-à-vis des robots (échelle NARS) a été utilisée (voir appendice C; Dinet & Vivian, 2015; Nomura, Kanda, Suzuki & Kato, 2006). Prenant entre 5 à 10 minutes à compléter, l'instrument est composé de trois principales échelles qui mesurent l'interaction, la dimension sociale et la dimension émotionnelle. Le participant doit répondre verbalement à chaque item à l'aide d'une échelle de type Likert en cinq points (de totalement en désaccord à totalement en accord). La cohérence interne entre les différents items est excellente pour chacune des trois échelles, les alphas de Cronbach se situant tous entre 0,72 et 0,87.

Mini-mental State Examination (MMSE)

Le Mini-Mental State Examination (MMSE; Folstein, et al., 1975) est un outil de dépistage simplifié permettant d'évaluer rapidement l'état mental d'une personne et de départager les patients qui sont probablement atteints de troubles cognitifs de ceux qui ne présentent probablement pas ces troubles. Le MMSE permet également d'estimer rapidement la sévérité d'un trouble cognitif chez une personne (Folstein et al., 1975). Composé d'un total de 11 questions évaluant des sphères comme l'orientation, la mémoire, l'attention et le calcul, le langage et les praxies, ce test ne nécessite qu'un temps d'administration de 5 à 10 minutes. Les résultats obtenus se situent entre 0 (performance nulle) et 30 points (performance parfaite; Folstein et al., 1975). N'exigeant pas de formation spécifique, ce court test peut être utilisé de manière routinière par divers professionnels de la santé (Folstein et al., 1975). Le MMSE démontre une excellente fidélité test-retest lorsque celui-ci est administré dans un délai allant jusqu'à 28 jours par le même examinateur ou par des examinateurs différents, présentant un coefficient de corrélation de Pearson de 0,887. Lorsqu'administré à deux reprises après un délai de seulement 24 heures entre chaque passation, le coefficient de Pearson demeure très élevé (0,827) et un test de Wilcoxon n'établit pas de différence significative entre les moyennes (Folstein et al., 1975). Dans le cadre de la présente étude, le score total obtenu par le participant a été compilé à deux reprises, et ce, à sept jours d'intervalle.

Test de l'horloge

Le test de l'horloge est un test neuropsychologique validé qui est sensible aux changements cognitifs reliés entre autres à la démence et aux maladies cognitives (Shulman, 2000). Facile et rapide à utiliser, ce test évalue diverses fonctions cognitives comme la compréhension visuelle, l'attention visuelle, les habiletés visuospatiales, les capacités d'abstraction ainsi que les fonctions exécutives (Shulman, 2000). En somme, le test consiste à demander à la personne évaluée de dessiner une horloge et de placer les aiguilles à l'heure demandée par l'examineur. Le test de l'horloge montre une excellente fidélité test-retest, celle-ci montrant une corrélation de Pearson se situant entre 0,70 et 0,78 (même lorsque mesuré auprès de patients Alzheimer) et aucun effet d'apprentissage n'est mentionné (Esteban-Santillan, Praditsuwan, Veda & Geldmacher, 1998). Les critères de correction utilisés dans le cadre de cette étude sont ceux développés par Mendez, Ala et Underwood (1992; voir appendice D). Ceux-ci évaluent l'horloge produite par le participant sur une échelle allant de 0 (performance nulle) à 20 points (performance parfaite). Cette grille de correction est basée sur la présence ou l'absence de divers éléments à l'intérieur du dessin (Mendez et al., 1992). Un score inférieur à 17 est généralement jugé anormal (Hubbard et al., 2008). Nécessitant environ une minute à compléter, cette méthode de correction est celle qui possède la plus grande fidélité interne, démontrant un quotient de fidélité de 0,950 (Hubbard et al., 2008). La fidélité interjuge est également excellente (0,970). Dans le cadre de la présente étude, le score total obtenu par le participant a été compilé à deux reprises, et ce, à sept jours d'intervalle.

Échelle d'acceptation du robot NAO

Le modèle Almere est une échelle en langue anglaise qui permet d'évaluer l'acceptation, par les personnes âgées, de différents agents technologiques sociaux (Heerink et al., 2010). L'échelle utilisée dans la présente étude afin d'évaluer le degré d'acceptation des participants envers le robot NAO est traduite en français à partir du modèle original (voir appendice E). Afin d'adapter ce modèle à la présente étude, certains items ont cependant été retirés puisque non applicables. Les items portant sur la facilité d'utilisation (p. ex. : « Si j'ai un bon manuel, je crois que le robot sera facile à opérer ») et sur l'adaptation ou l'utilisation à domicile (p. ex. : « Je planifie utiliser le robot dans les prochains jours ») ont été retirés puisqu'une utilisation domestique et quotidienne n'est pas visée par la présente technologie, ces items ne pouvant ainsi pas s'appliquer. À notre connaissance, il n'existe pas à ce jour d'échelle validée en langue française qui permet d'évaluer le même construit. Afin de compléter l'échelle, les participants doivent répondre verbalement à chacun des 26 éléments à l'aide d'une échelle de type Likert en cinq points (de totalement en désaccord à totalement en accord), permettant d'établir un score total sur 130 points. Les divers items portent sur des thèmes comme l'anxiété, l'attitude envers la technologie, la confiance et les sentiments vis-à-vis des robots. Heerink et ses collaborateurs (2010) rapportent un alpha de Cronbach élevé, témoignant d'une très bonne fidélité entre les différents construits.

Formulaires d'observations

Lors de chacune des deux parties de l'expérimentation, l'examineur humain devait noter ses observations sur une fiche spécialement conçue à cet effet (voir appendice F). Ces observations concernaient l'état d'esprit du participant et ses manifestations observables pendant l'expérimentation, les éléments imprévus ou ayant pu avoir influencé les résultats obtenus, les détails précis concernant les dysfonctionnements technologiques qui ont pu avoir lieu ainsi que toutes autres observations jugées pertinentes par l'examineur. Dans le cadre de la présente étude, les observations concernant la présence de dysfonctionnements technologiques ont été analysées.

Procédure et déroulement de l'expérimentation

Phase 1 : Recrutement, signature du formulaire de consentement et questionnaire sociodémographique

Les personnes intéressées par l'étude ont été invitées à contacter l'étudiante au doctorat responsable du projet par téléphone. Lors du premier appel, l'étudiante (ou ses assistants) ont expliqué sommairement la recherche aux participants potentiels et se sont assurés de répondre à toutes leurs questions. Si le participant potentiel se montrait toujours intéressé par l'étude, l'étudiante responsable (ou ses assistants) s'assurait verbalement que le participant correspondait à tous les critères d'inclusion de l'étude (voir appendice A) avant de fixer une date de rendez-vous pour la première partie de l'expérimentation.

Pour tous les participants, chacune des deux rencontres a eu lieu dans le même local de recherche situé à l'Université du Québec à Chicoutimi. Les participants ont été accueillis dans le stationnement par l'étudiante responsable (ou l'un de ses assistants) et menés au local d'expérimentation. Dans un premier temps, l'expérimentateur avait pour tâche d'expliquer en termes simples et clairs l'ensemble des détails relatifs à la participation à l'étude. L'expérimentateur devait s'assurer que le participant comprenait bien toutes les implications de sa participation et l'invitait à poser toutes les questions désirées. Si le participant potentiel souhaitait poursuivre sa participation au projet, il était invité à signer le formulaire de consentement (voir appendice G), dont une copie lui était remise. Dans un deuxième temps, le participant devait compléter un court questionnaire sociodémographique (voir appendice B) ainsi que l'Échelle d'attitudes envers les robots (NARS; voir appendice C).

Au cours de cette même rencontre, la première partie de l'expérimentation était réalisée (voir la phase 2). À la fin de cette première rencontre, un nouveau rendez-vous était fixé avec le participant exactement 7 jours après la première rencontre pour la seconde partie des expérimentations en laboratoire. Lors de cette deuxième rencontre, le participant était conduit directement au local de recherche où l'expérimentation pouvait immédiatement débiter.

Phase 2 : Expérimentations en laboratoire

Dans le cadre de cette étude, chaque participant a été soumis à deux expérimentations équivalentes, à sept jours d'intervalle, mais à chaque fois avec un type d'examineur différent. Un examineur humain était chargé de l'administration des épreuves de dépistage pendant l'expérimentation A alors que le robot humanoïde NAO se chargeait de l'administration des épreuves de dépistage pour l'expérimentation B. Il est à noter que lors de l'expérimentation B, un examineur humain était présent dans la pièce en tout temps, mais avait pour directive de ne pas interagir avec le participant sauf en cas d'urgence ou de dysfonctionnement technologique. Le participant était informé que l'examineur humain ne pourrait en aucun cas répondre à ses questions pendant l'expérimentation avec le robot NAO. Comme nous y autorisait le formulaire de consentement et la demande d'éthique (voir appendice G et H), les participants ont été filmés lors de l'expérimentation avec le robot NAO afin de mieux analyser leurs réactions.

En fonction de leur ordre d'arrivée, les participants ont débuté par l'une ou l'autre des expérimentations, soit l'expérimentation avec l'examineur humain (A) ou l'expérimentation avec le robot NAO (B) (voir appendice I). Afin de limiter l'effet d'apprentissage relatif à certaines questions des tests utilisés, les deux expérimentations ont été réalisées à une semaine d'intervalle et deux versions équivalentes (version 1 ou version 2) des mêmes tests ont été utilisées lors des rencontres.

Expérimentation A – Examineur humain. Cette partie de l'expérimentation avait lieu lors de la première rencontre ou lors de la rencontre subséquente, suivant l'ordre d'arrivée du participant. D'abord, le participant était familiarisé avec l'environnement de l'expérience, et au besoin, l'examineur humain lui rappelait le motif de sa présence. Si le participant acceptait toujours de prendre part à l'expérimentation, celle-ci pouvait débuter. À des fins de standardisation, l'expérimentateur, le participant ainsi que les divers documents nécessaires à l'administration des tests ont été disposés tel qu'indiqué à l'appendice K. La passation du Mini Mental State Examination (MMSE) et du test de l'horloge, d'une durée de moins de 15 minutes, débutaient selon la procédure précise prévue à cet effet (voir appendice J). Pendant la passation de ces tests, l'examineur était amené à observer le participant et à noter, sur une fiche prévue à cet effet, ses observations (voir appendice F). La correction finale des tests réalisés avec le participant a été effectuée par un examineur humain qualifié et supervisé par la chercheuse / neuropsychologue responsable de l'étude.

Expérimentation B – Examineur robotisé (robot NAO). Encore une fois, cette partie de l'expérimentation pouvait avoir lieu lors de la première rencontre ou lors de la rencontre subséquente, selon l'ordre d'arrivée du participant. Ce dernier était alors accueilli par l'un des membres de l'équipe de recherche et familiarisé avec l'environnement. Ensuite, au besoin, l'expérimentateur lui rappelait le motif de sa présence. Si le participant acceptait toujours de prendre part à l'expérimentation, celle-ci pouvait débuter.

Le robot NAO était alors introduit dans la pièce et présenté au participant. Le participant était assis sur une chaise et le robot était alors installé sur une table, face à lui. À des fins de standardisation, le robot, le participant ainsi que les divers documents nécessaires à l'administration des tests ont été disposés tel qu'indiqué à l'appendice K. L'examineur humain était en tout temps présent dans la pièce, en retrait et derrière le participant. L'examineur humain était invité à observer le participant et à noter ses observations dans la fiche prévue à cet effet (voir appendice F). Sauf en cas de problème ou de dysfonctionnement technologique, le participant était informé que l'examineur humain n'interagirait pas avec lui pendant la durée des tests avec le robot NAO. La passation du Mini Mental State Examination (MMSE) et du test de l'horloge, d'une durée de 15 à 20 minutes, pouvaient alors débuter selon la procédure précise prévue à cet effet (voir appendice L).

La correction finale des épreuves de dépistage réalisées avec le participant par NAO était effectuée en partie de façon autonome par le robot, qui produisait un rapport électronique des résultats obtenus pour chaque participant. Cependant, en raison de limitations technologiques, le robot était incapable de corriger de manière autonome certains items des épreuves de dépistage. C'est pourquoi, pendant l'expérimentation, le robot était chargé de prendre certaines photos ainsi que de courts extraits vidéo qui permettaient une correction rapide (environ de 1 à 2 minutes par participant) des sections manquantes par un examineur humain. La correction des parties additionnelles a été

effectuée par un examinateur humain qualifié et supervisé par la chercheuse / neuropsychologue responsable de l'étude.

Examineurs humains présents pendant les expérimentations

Au total, trois examinateurs humains différents ont été impliqués lors des expérimentations. L'étudiante de niveau doctoral responsable du projet ainsi que deux assistants de recherche, un homme et une femme, ont été formés et supervisés par la chercheuse / neuropsychologue responsable de l'étude afin d'interagir avec les participants, d'administrer les épreuves de dépistage et d'opérer adéquatement le robot NAO. À des fins de standardisation, lors de l'administration des tests neuropsychologiques par les examinateurs humains, chacun des expérimentateurs devait suivre une procédure détaillée précisant les phrases exactes à utiliser (voir appendice J). Lors de l'analyse des résultats, l'influence possible des différents examinateurs humains a été prise en compte et analysée en comparant les moyenne des résultats obtenus par les participants aux épreuves de dépistage.

Analyses effectuées

Afin de déterminer s'il existe une différence statistiquement significative entre les résultats recueillis au Mini-Mental State Examination et au test de l'horloge par le robot humanoïde NAO en comparaison aux résultats recueillis aux mêmes tests par un examinateur humain, deux modèles d'analyse de la variance incluant un effet aléatoire du participant, ont été mis au point.

Dans l'optique de mieux comprendre et expliquer les résultats obtenus, les modèles ont également été utilisés afin de déterminer s'il y a présence d'une différence significative entre les résultats obtenus en fonction de l'administrateur humain ayant conduit les rencontres (parmi trois administrateurs). De plus, les modèles ont permis de déterminer si une différence significative existe en fonction du sexe du participant, de son niveau de scolarité (collégial ou inférieur ou universitaire et supérieur) ou encore en fonction de l'ordre d'administration des expérimentations (c'est-à-dire si le participant a débuté l'expérimentation avec l'examineur humain ou le robot NAO). Comme le démontre les figures présentées à l'appendice M, les postulats de normalité et d'homogénéité de la variance des résidus semblent respectés pour chacune des combinaisons.

Afin de déterminer le niveau d'association entre les résultats obtenus aux différentes échelles et instruments de dépistage, des corrélations de Spearman ont été utilisées en raison du non-respect des postulats de normalité pour certaines variables isolées considérant la présence de données extrêmes dans l'échantillon. Des analyses de la corrélation de Spearman ont également été utilisées afin de déterminer s'il existait une relation entre le niveau d'acceptation des participants envers le robot NAO, leur acceptation des robots en général ainsi qu'avec d'autres variables de l'étude.

Résultats

Description de l'échantillon

L'échantillon global se compose de 36 participants âgés entre 65 et 84 ans, la moyenne d'âge se situant à 71,67 ans ($\bar{E.T.} = 4,52$). Sur l'ensemble des participants, 13 sont des hommes (36,1 % de l'échantillon global) et 23 sont des femmes (63,9 % de l'échantillon global). Alors que tous habitent la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, 35 des participants sont nés dans la province de Québec et un seul est originaire d'un pays francophone étranger.

Le Tableau 1 présente le plus haut niveau de scolarité atteint par les participants. On constate que 20 participants (55,6 % de l'échantillon) mentionnent avoir complété une scolarité de niveau collégial ou inférieur (école primaire, secondaire ou étude de niveau collégial) alors que 16 participants (44,4 % de l'échantillon) rapportent un niveau de scolarité universitaire (certificat, baccalauréat ou maîtrise).

Sur le plan des milieux de vie, 24 participants (66,7 % de l'échantillon global) déclarent habiter dans un milieu de vie autonome en compagnie de leur conjoint. De leur côté, 10 participants (27,8 % de l'échantillon global) déclarent habiter seuls dans un milieu de vie autonome ou encore dans une maison pour retraités autonomes. Finalement, deux

Tableau 1

Plus haut niveau de scolarité atteint par les participants

Plus haut niveau de scolarité atteint par les participants	Nombre de participants et pourcentage de l'échantillon
Niveau primaire	1 (2,8 %)
Niveau secondaire atteint mais non complété	4 (11,1 %)
Niveau secondaire complété	7 (19,4 %)
Niveau collégial (Diplôme d'études collégiales, diplôme d'études professionnelle ou technique)	7 (19,4 %)
Certificat universitaire	5 (13,9 %)
Baccalauréat	7 (19,4 %)
Maîtrise	5 (13,9 %)

participants (5,6% de l'échantillon global) ont déclaré habiter avec un autre membre de leur famille. Sur le plan de la santé, 31 participants (86,1 % de l'échantillon global) déclarent avoir déjà reçu au moins un diagnostic de maladie physique alors que seulement 5 participants (13,9% de l'échantillon global) rapportent avoir reçu au moins un diagnostic pour un problème de santé psychologique. Le Tableau 2 représente les problèmes de santé physique et psychologique rapportés par les participants de l'étude.

Première hypothèse : différence et association entre les résultats recueillis par le robot NAO et un examinateur humain

Tableau 2

Problèmes de santé physique et psychologique rapportés par les participants

Problème de santé	Nombre de participants et pourcentage de l'échantillon
Hypertension	19 (52,8%)
Hypercholestérolémie	13 (36,1%)
Cancers	5 (13,9%)
Diabète	5 (13,9%)
Trouble anxieux	5 (13,9%)
Asthme	4 (11,1%)
Problèmes cardiaques	4 (11,1%)
Migraine	2 (5,6%)
Traumatismes craniocérébraux	2 (5,6%)
Autres problèmes de santé physique	8 (22,4%)
Autres problèmes de santé psychologique	3 (8,4%)

Afin d'évaluer cette hypothèse, deux modèles d'analyse de la variance incluant un effet aléatoire du participant ont été mis au point. Comme le démontre les figures présentées à l'appendice M, les postulats de normalité et d'homogénéité de la variance des résidus semblent respectés pour chacune des combinaisons.

Différence entre les résultats recueillis

Tableau 3

Principaux résultats – modèles d'analyse de la variance (36 participants)

	Scores au MMSE		Scores à l'Horloge	
	<i>F</i>	Signifi- cativité	<i>F</i>	Signifi- cativité
Type d'administrateur (humain ou robot)	<u>8,72</u>	<u>0,018</u>	<u>7,19</u>	<u>0,031</u>
Administrateur humain (parmi 3)	2,25	0,141	1,59	0,222
Sexe du participant	2,52	0,129	0,00	0,973
Niveau de scolarité du participant	2,53	0,127	0,02	0,895
Ordre d'administration	0,21	0,655	0,59	0,451

La première partie de l'hypothèse 1, qui prédit qu'il n'y aura pas de différence significative entre les résultats obtenus par l'examineur humain et les résultats obtenus par le robot humanoïde NAO au MMSE et au test de l'horloge, n'est pas supportée par les résultats de la présente étude. Le Tableau 3 présente les principaux résultats obtenus à partir de modèles d'analyse de la variance concernant les résultats recueillis au Mini-Mental State Examination et au test de l'horloge par les deux types d'administrateurs (humain et robot). Pour chacun des deux tests de dépistage, les résultats indiquent qu'au seuil de 0,05 %, on observe une différence statistiquement significative entre les résultats recueillis par l'examineur humain et les résultats recueillis par le robot NAO. Le Tableau

Tableau 4

Estimé de la moyenne des moindres carrés (36 participants)

		Scores au MMSE		Scores à l'Horloge	
		Estimé	ÉT	Estimé	ÉT
Type d'examineur	Humain	27,545	0,451	18,638	0,488
	Robot	26,225	0,451	17,981	0,488
Administrateur	Administrateur 1	27,337	0,598	18,535	0,575
	Administrateur 2	27,541	0,802	19,079	1,025
	Administrateur 3	25,777	0,632	17,313	0,664
Sexe	Homme	27,493	0,450	18,295	0,472
	Femme	26,277	0,630	18,324	0,635
Scolarité	≤ Collégiale	26,248	0,564	18,253	0,626
	≥ Universitaire	27,522	0,557	18,365	0,635
Ordre de passation	Humain en premier	27,060	0,550	18,591	0,531
	Robot en premier	26,710	0,548	18,027	0,659

4, qui présente une estimation de la moyenne des moindres carrés pour chacun des modèles, montre que les scores recueillis au MMSE et au test de l'horloge par l'examineur humain sont statistiquement supérieurs aux résultats recueillis par le robot aux mêmes tests. De son côté, le Tableau 5 (voir p. 49) représente les mesures de tendance centrale obtenues concernant les résultats recueillis aux deux tests de dépistage pour l'ensemble des participants. Pour le MMSE, en plus de constater une moyenne plus élevée concernant les résultats recueillis par l'examineur humain, on note également que les

Tableau 5

Mesures de tendance centrale et analyse de la corrélation (36 participants)

	Score au MMSE		Score à l'Horloge	
	Humain	Robot	Humain	Robot
Moyenne des scores	27,83	25,19	18,14	17,58
Écart-type	2,02	4,16	3,03	2,76
Minimum	22	12	8	8
Maximum	30	30	20	20
R de spearman	<u>0,568</u>		0,225	
Significativité	<u><0,001</u>		0,188	

résultats recueillis par le robot NAO ont une étendue et un écart-type plus élevée, ce qui n'est pas nécessairement vrai pour le test de l'horloge.

Degré d'association entre les résultats recueillis

La seconde partie de l'hypothèse 1, qui prédit que le niveau d'association entre les résultats obtenus aux deux types d'évaluations sera moyen-élevé, est partiellement confirmée par les résultats de l'étude. Tel que représenté au Tableau 5, pour le MMSE, on note une corrélation significative moyenne-élevée entre les résultats obtenus par les deux différents types d'administrateurs ($r = 0,568$, $p < 0,001$). Cependant, pour le test de l'horloge, on ne note pas de corrélation significative entre les résultats recueillis par l'examineur humain et les résultats obtenus par le robot NAO ($r = 0,225$, $p = 0,188$).

Résultats supplémentaires

Les résultats obtenus à l'aide du modèle d'analyse de la variance, représentés au Tableau 3, démontrent qu'au seuil de 0,05 %, il ne semble pas y avoir de différence significative dans les résultats obtenus par les trois différents administrateurs humains responsables de l'expérimentation, et ce, pour les deux tests de dépistage. De plus, pour le MMSE comme pour le test de l'horloge, il ne semble pas non plus y avoir de différence significative en fonction du sexe des participants, de leur niveau de scolarité ou encore de l'ordre d'administration des expérimentations (c'est-à-dire si le participant a débuté par l'expérimentation avec le robot NAO ou avec l'examineur humain).

Deuxième hypothèse : niveau global d'acceptation envers le robot NAO

Niveau d'acceptation des participants

La seconde hypothèse, qui affirme que le niveau d'acceptation des participants envers le robot devrait être moyen à élevé sur une échelle de type Likert, est confirmée par les résultats obtenus. Le Tableau 6 montre qu'à l'échelle d'acceptation adaptée du modèle Almere, administrée immédiatement après l'expérience du participant avec le robot NAO, le score total moyen attribué par les participants est de 92,75 ($\bar{E.T.} = 13,61$) sur une possibilité maximale de 130 points. Ainsi, une moyenne par items de 3,57 sur une échelle de type Likert en cinq points est ainsi obtenue par les participants.

Tableau 6

Mesures de tendance centrale – Échelles d'acceptation

	N	Min.	Max.	Score moyen	<i>É.T.</i>	Nombre d'items	Moyenne par items
Échelle d'acceptation du robot NAO (modèle Almere)	36	74	128	92,75	13,61	26	3,57
Échelle d'acceptation vis-à-vis des robots (échelle NARS)	29	41	78	55,79	8,85	17	3,28

Résultats supplémentaires

Le Tableau 7 montre la moyenne de points obtenus pour chaque item de l'échelle d'acceptation du robot NAO, adaptée du modèle Almere. Le nombre de points accordés pour chacune des réponses fournies par les participants est précisé à l'Appendice C. En moyenne, les participants ont enregistré un score d'acceptation très élevé (score moyen de 4,00 et plus) aux items qui décrivent le robot comme étant sympathique et fascinant ainsi qu'aux items qui décrivent le robot comme utile ou qui démontrent que c'est une bonne idée de l'utiliser (items 5, 10, 11, 17 et 19). On note également des scores très élevés aux items qui signifient que les participants ne trouvent le robot ni effrayant, ni intimidant, ni ennuyant et qu'ils n'ont pas la crainte de briser quelque chose en cas de contact avec le robot (items 2, 3, 4 et 12). On note des résultats d'acceptation moyens plus faibles (2,50 et moins) aux items qui montrent que les participants considèrent le robot comme étant une créature réelle ou douée de vrais sentiments (items 20, 22, 23 et 24).

Tableau 7

Moyenne par item – Échelle d'acceptation du robot NAO (Modèle Almere)

Item	Moyenne	ÉT	Item	Moyenne	ÉT
1. Lorsque je suis avec le robot, j'ai peur de faire des erreurs	2,97	1,25	14. Je trouve cela agréable d'interagir avec le robot.	3,83	0,94
2. Si j'étais de nouveau en contact avec le robot, je crois que j'aurais peur de briser quelque chose.	4,50	0,88	15. Je sens que le robot me comprend bien.	3,19	1,19
3. Je trouve le robot effrayant.	4,61	0,68	16. Je crois que le robot est gentil.	3,58	1,29
4. Je trouve le robot intimidant.	4,22	1,05	17. Je crois que le robot est utile.	4,19	0,62
5. Je trouve que c'est une bonne idée d'utiliser ce robot.	4,17	0,70	18. J'aimerais bien avoir ce robot à la maison.	3,47	1,38
6. L'utilisation du robot pourrait rendre la vie plus intéressante.	3,47	0,74	19. Je crois que le robot pourrait être utile dans différentes choses.	4,19	0,86
7. C'est une bonne chose d'utiliser le robot.	3,83	0,74	20. Quand j'interagis avec le robot, j'ai l'impression que c'est une vraie personne.	2,47	1,25
8. J'apprécie quand le robot me parle.	3,78	0,76	21. Parfois, j'ai l'impression que le robot me regardait véritablement.	3,39	1,31
9. J'apprécie faire certaines choses avec le robot.	3,87	0,68	22. Je peux imaginer le robot comme étant une créature vivante.	2,19	1,21
10. Je trouve le robot sympathique.	4,39	0,93	23. Je continue à penser que le robot n'est pas une vraie personne.	1,86	0,90
11. Je trouve le robot fascinant.	4,33	0,76	24. Parfois, le robot semble avoir de réels sentiments.	2,17	1,30
12. Je trouve le robot ennuyant.	4,53	0,61	25. Je ferais confiance au robot s'il me donnait des conseils.	3,03	1,23
13. Je trouve que c'est agréable d'avoir une conversation avec le robot.	3,30	1,04	26. Je suivrais les conseils donnés par le robot.	3,19	1,26

Comme le montre le Tableau 6, à l'échelle d'acceptation générale de la technologie administrée aux participants, le score total moyen obtenu est de 55,79 ($\acute{E}.T. = 8,85$) sur une possibilité maximale de 85 points. Ainsi, on obtient une moyenne par item de 3,28 sur une échelle de type Likert en cinq points. Un résultat moyen-élevé est donc généralement obtenu par les participants au niveau de l'acceptation générale de la technologie. Il est cependant à noter que pour cette échelle, en raison d'un problème d'origine technique (perte des données sauvegardées pour les 7 premiers participants en raison d'un dysfonctionnement de l'ordinateur de recherche), les données de seulement 29 participants ont pu être analysées.

Troisième hypothèse : Influence du niveau d'acceptation

Influence du niveau d'acceptation sur les résultats aux épreuves de dépistage

Afin de déterminer si le niveau d'acceptation des participants envers le robot influence les résultats obtenus aux tests de dépistage (p. ex., déterminer si les participants avec un meilleur niveau d'acceptation tendent à obtenir des résultats plus élevés aux tests de dépistage), une corrélation de Spearman a été effectuée. On constate que la première partie de la troisième hypothèse est supportée par les résultats de la présente étude. Le Tableau 8 présente les corrélations obtenues entre le niveau d'acceptation vis-à-vis du robot NAO, le niveau d'acceptation général des robots et les deux différents tests de dépistage. On y observe qu'au seuil de 0,05 %, il ne semble pas exister de corrélation significative entre les résultats obtenus à l'échelle d'acceptation du robot NAO (adaptée du modèle Almere)

et les résultats recueillis par le robot aux MMSE ($r = -0,018$, $p = 0,916$) et au test de l'horloge ($r = -0,119$, $p = 0,490$).

Tableau 8

Corrélations entre les niveaux d'acceptabilité et les différentes échelles

		Échelle d'acceptation du robot NAO (modèle Almere)	Échelle d'attitude envers les robots (échelle NARS)	Score au MMSE (robot)	Score au test de l'Horloge (robot)
Échelle d'acceptation du robot NAO (modèle Almere)	r de Spearman		0,358	-0,018	-0,119
	Significativité		0,057	0,916	0,490
Échelle d'attitude envers les robots (échelle NARS)	r de Spearman	0,358		-0,116	<u>0,407</u>
	Significativité	0,057		0,550	<u>0,028</u>

Corrélation entre l'acceptation du robot et celle de la technologie

Selon la seconde partie de la troisième hypothèse, le niveau d'acceptation envers le robot NAO devrait varier dans le même sens que niveau d'acceptation général vis-à-vis des robots. Cette hypothèse n'est pas confirmée par les résultats de l'étude. Comme on le note au Tableau 8, il ne semble pas y avoir de corrélation significative entre l'acceptation générale vis-à-vis des robots et l'acceptation du robot NAO par les participants au seuil de 0,05 %. Cependant, le résultat obtenu se situe à la limite de la significativité ($r = 0,358$, $p = 0,057$).

Résultats supplémentaires

Comme on observe également au tableau 8, il semble exister une corrélation modérée entre l'échelle d'attitudes envers les robots (échelle NARS) et le résultat recueilli au test de l'horloge par le robot NAO ($r = 0,407$, $p = 0,028$). Cependant, on ne note pas de corrélation significative entre les résultats à cette échelle et les résultats au MMSE.

Autre élément important à considérer pour l'interprétation

Au total, 36 participants ont complété l'expérimentation avec le robot NAO. Cependant, tel que noté dans les formulaires d'observations complétés lors de l'expérimentation avec le robot NAO, plusieurs dysfonctionnements technologiques ont pu nuire au bon déroulement de l'administration des épreuves de dépistage. En effet, sur le nombre total de participants, seulement neuf ont complété l'expérimentation avec le robot NAO sans rencontrer de dysfonctionnements technologiques de quelque nature que ce soit. Ainsi, au total, 27 participants ont expérimenté des dysfonctionnements mineurs ou majeurs pendant d'administration du MMSE et du test de l'horloge avec le robot NAO.

Parmi ces 27 participants, on note un nombre total de dysfonctionnements mineurs de 37. Dans le cadre de cette étude, un dysfonctionnement mineur est défini comme une erreur dans le script originalement programmé ou encore une erreur ayant nui à la communication entre le robot et le participant. Les exemples suivants sont considérés comme des dysfonctionnements mineurs : le robot n'a pas laissé le temps requis au participant pour répondre avant de poursuivre l'administration des items, le robot n'a pas

été en mesure de comprendre et d'analyser la réponse émise par le participant, le robot n'a pas complété adéquatement une phrase avant de poursuivre, etc.

Au total, 16 participants ont fait face à un ou plusieurs dysfonctionnements technologiques majeurs, c'est-à-dire un arrêt complet du fonctionnement du robot en raison de l'échec du programme informatique. Les cas de dysfonctionnement majeur ont nécessité à chaque fois un redémarrage manuel complet du robot NAO par l'examineur humain. Il est à noter que pour chacun de ces 16 participants, le redémarrage manuel a dû être effectué entre une et quatre fois afin de compléter l'administration des épreuves de dépistage par le robot NAO en raison des dysfonctionnements majeurs.

Discussion

Rappel des objectifs de recherche

La présente étude avait pour objectif de déterminer si le robot humanoïde NAO peut représenter une plateforme efficace pour l'administration de tests de dépistage des troubles neurocognitifs auprès de personnes âgées de 65 ans et plus. Plus spécifiquement, cette étude visait à déterminer s'il existe une différence statistiquement significative entre les résultats recueillis à deux tests de dépistage, soit le Mini-Mental State Examination (MMSE) et le test de l'horloge, par le robot NAO et par un examinateur humain. L'étude visait également à préciser le niveau d'association entre les résultats obtenus par les deux types d'examineurs (H_1). De plus, les deux derniers objectifs visaient à déterminer le niveau d'acceptation des participants envers le robot NAO (H_2) tout en précisant la corrélation entre le degré d'acceptation et les résultats obtenus par les participants aux deux épreuves de dépistage des troubles neurocognitifs (H_3).

Discussion des hypothèses de recherche

Première hypothèse

La première partie de l'hypothèse 1, qui suggérait qu'il n'y aurait pas de différence significative entre les résultats recueillis par l'examineur humain et ceux recueillis par le robot NAO au MMSE et au test de l'horloge, n'est pas supportée par les résultats de la présente étude. Effectivement, contrairement à ce qui était attendu, les participants ont

généralement obtenu des résultats supérieurs à chacun des deux tests de dépistage lorsque ceux-ci ont été administrés par un examinateur humain. La seconde partie de cette première hypothèse, qui prédisait un niveau d'association moyen-élevé entre les résultats recueillis par les deux types d'examineurs, est cependant partiellement supportée par les résultats de l'étude. Effectivement, alors qu'il n'existe pas de corrélation significative entre les résultats obtenus au test de l'horloge, une corrélation moyenne-élevée est obtenue entre les résultats recueillis par les deux types de passation (robot-humain).

Les résultats de cette étude vont à l'encontre de ceux généralement constatés lorsque le MMSE et le test de l'horloge sont administrés à deux reprises par des examinateurs humains dans un délai allant de 24 heures à 28 jours. Effectivement, lorsqu'administré à deux reprises par des examinateurs humains, les données démontrent que le test de l'horloge obtient généralement une excellente fidélité test-retest, le coefficient étant fort même lorsque mesuré auprès de patients Alzheimer (Esteban-Santillan et al., 1998). Dans la présente étude, non seulement il existe une différence significative entre les résultats recueillis par l'examineur humain et le robot NAO, mais on n'observe pas non plus de corrélation significative entre ces résultats. Notons que pour le test de l'horloge, la présence de données extrêmes dans la variance entre les résultats explique en grande partie la faible corrélation obtenue. Pour le MMSE, rappelons que cette épreuve de dépistage démontre une excellente fidélité test-retest lorsque celle-ci est administrée dans un délai allant jusqu'à 28 jours par le même examinateur ou par des examinateurs différents, le coefficient obtenu montrant une très forte corrélation entre les

résultats. Même lorsqu'administré à deux reprises après un délai aussi court que 24 heures, le coefficient de Pearson demeure très élevé et un test de Wilcoxon n'établit pas de différence significative entre les moyennes (Folstein et al., 1975). Au contraire des résultats obtenus par Folstein et ses collaborateurs (1975), les résultats de la présente étude mettent en lumière une différence significative entre les résultats recueillis à sept jours d'intervalle par un examinateur humain et par le robot NAO. De plus, même si la corrélation entre les résultats recueillis par les examinateurs humains et le robot NAO au MMSE est moyenne à élevée, celle-ci est tout de même inférieure à ce qui est rapporté dans l'étude de Folstein et ses collaborateurs (1975). Dans les sections suivantes, divers facteurs à considérer afin d'expliquer les résultats obtenus seront explorés.

Influence des caractéristiques des participants. Considérant les résultats contraires à l'hypothèse de départ, il est pertinent de s'intéresser aux caractéristiques personnelles des participants afin de déterminer si certaines d'entre elles ont une influence sur les résultats obtenus. Effectivement, selon les données normatives du MMSE et du test de l'horloge, il existerait une différence entre les moyennes en fonction du sexe et du niveau de scolarité (Folstein et al., 1975 ; Shulman, 2000). Dans la présente étude, les données montrent qu'il ne semble pas y avoir de différence significative entre les résultats obtenus aux épreuves de dépistage en fonction du sexe ou encore du niveau de scolarité des participants. Ainsi, que les participants soient des hommes ou des femmes, ou encore qu'ils aient une scolarité de niveau collégial ou inférieur ou encore une scolarité de niveau

universitaire, les participants obtiennent généralement des résultats inférieurs aux MMSE et au test de l'horloge lorsque ceux-ci sont administrés par le robot NAO.

Influence de l'ordre de passation et des différents administrateurs humains.

De la même manière, il est nécessaire de considérer certaines caractéristiques de l'expérimentation afin d'en déterminer l'influence sur les résultats obtenus. Tout d'abord, l'ordre de passation des expérimentations, c'est-à-dire si les épreuves de dépistage ont d'abord été administrées par le robot NAO ou par l'un des examinateurs humains, peut-il avoir une influence sur les résultats des participants? Rappelons que l'ordre de passation a été balancé de manière à ce que la moitié des participants ont débutés par l'expérimentation avec le robot NAO alors que l'autre moitié des participants ont débutés avec un examinateur humain. Les données obtenues à l'aide du modèle d'analyse de la variance montrent qu'il n'existe pas de différence significative entre les résultats obtenus par les participants en fonction de l'ordre d'administration. Ainsi, que les tests de dépistage aient d'abord été administrés par le robot NAO ou par un examinateur humain, des résultats significativement supérieurs sont généralement obtenus par les participants lors de l'expérimentation avec un examinateur humain.

De la même manière, il est essentiel de s'intéresser à l'effet des différents examinateurs sur les résultats puisque trois examinateurs humains différents ont été impliqués dans les expérimentations. Les résultats de l'étude démontrent qu'il n'existe pas de différence significative entre les résultats obtenus par les participants en fonction

de l'examineur humain ayant procédé à l'administration des épreuves de dépistage. Il semble donc que la différence observée entre les résultats recueillis par l'examineur humain et le robot NAO ne soit pas expliqué par ce facteur.

Équivalence entre les passations. Rappelons que les méta-analyses portant sur l'administration informatisée d'épreuves de dépistage pour les troubles neurocognitifs auprès des personnes âgées (Tierney et Lerner, 2010; Zigouris et Tsolaki, 2015) ont conclu qu'il n'est pas possible de confirmer l'équivalence avec les passations classiques puisque la présentation des consignes et des stimuli peut affecter à la fois les résultats obtenus et les processus cognitifs mesurés. Il est donc légitime de se demander si un manque d'équivalence entre les passations humain/robot pourrait tout simplement expliquer que des résultats significativement différents sont recueillis par les deux types d'examineurs. Nous émettons ainsi l'avis que les différences significatives dans les résultats recueillis aux tests de dépistage ne peuvent être entièrement expliqués par un manque d'équivalence entre les passations. Effectivement, dans le cadre de la présente étude, les consignes verbales, la présentation des stimuli (style papier-crayon) ainsi que les modalités de réponses utilisées sont identiques pour les deux types d'examineurs afin d'assurer l'équivalence entre l'administration des tests de dépistage par le robot NAO et par les examineurs humains. De plus, la méthodologie utilisée pendant l'administration des tests de dépistage respecte scrupuleusement les manuels de tests originaux afin de s'assurer de l'équivalence entre l'administration des épreuves dans la présente étude avec l'administration des mêmes épreuves dans la plupart des études sur le sujet afin de pouvoir

comparer les résultats obtenus. Afin de s'assurer de la standardisation, les expérimentations ont également été filmées et observées par les assistants de recherche. Ainsi, il est difficile d'attribuer les résultats contraires aux hypothèses de départ par un manque d'équivalence entre les passations.

Dysfonctionnements technologiques vécus pendant l'expérimentation. Un facteur important peut probablement expliquer en grande partie la différence significative entre les résultats obtenus par les participants aux épreuves de dépistage : la présence d'une grande quantité de dysfonctionnements technologiques lors de l'administration des épreuves de dépistage avec le robot NAO. Même si le robot a été programmé de manière à ce que l'administration des épreuves soit identique à l'administration humaine, de nombreuses modifications plus ou moins importantes au scénario originalement programmé sont survenues. Malgré les tentatives de l'équipe de recherche pour régler les dysfonctionnements technologiques au fur et à mesure de leur apparition, des 36 participants recrutés dans le cadre de l'étude, la vaste majorité (27 participants) ont fait face à des dysfonctionnements technologiques mineurs ayant perturbé l'administration des épreuves de dépistage. Parmi ces dysfonctionnements mineurs, les plus fréquents sont les erreurs dans la reconnaissance vocale des réponses données par les participants. Ainsi, certaines réponses correctes données par les participants n'ont pas été prises en considération par le robot et ont affecté à la baisse les résultats obtenus par les participants. On note aussi plusieurs erreurs de production vocale de la part robot, par exemple en omettant une partie d'une phrase ou d'une consigne. Ces erreurs, qui peuvent en partie

être expliquées par des dysfonctionnement du programme informatique utilisé (soit le programme Chorégraphe), ont pu limiter la compréhension de certaines consignes par les participants et entraîner des erreurs. On observe parfois également une réduction importante du délai laissé au participant pour produire une réponse, le robot pouvant par exemple passer à la prochaine question seulement trois secondes après l'énoncé de la consigne au lieu des 30 secondes prévues. En plus de ces erreurs mineures dans l'administration des épreuves ayant pu diminuer le résultat global obtenu par les participants, près de la moitié des participants (16) ont fait face à des dysfonctionnements technologiques majeurs ayant mené à un arrêt complet du fonctionnement du robot nécessitant un redémarrage manuel de la part de l'examineur humain présent dans la pièce. Ces dysfonctionnements ont pu nuire significativement à la standardisation des épreuves de dépistage et entraîner une diminution des résultats obtenus par les participants lors de l'administration du MMSE et du test de l'horloge par le robot NAO. Ces derniers peuvent en partie être expliqués par un mauvais fonctionnement du programme informatique utilisé (Chorégraphe) afin de piloter le robot NAO, la programmation utilisée étant, selon nos hypothèses, trop lourde, occasionnant parfois une interruption du système. Il serait peut-être possible d'éviter certains de ces dysfonctionnements en créant un programme informatique mieux adapté, ce qui pourra être exploré dans de futurs travaux.

Interaction humain/robot. La méthodologie utilisée dans le cadre de la présente étude permet un processus d'administration des épreuves de dépistage presque identique pour les deux types d'administrateurs, mis à part les dysfonctionnements technologiques

vécus pendant l'expérimentation avec le robot NAO. Cependant, même si la procédure d'administration est la même, il demeure qu'interagir avec une personne humaine et interagir avec un robot, ce n'est pas exactement la même chose. À titre d'exemple, l'étude de Rauchbauer et ses collaborateurs (2019) a démontré à l'aide d'imageries par résonance magnétique que le système de récompense social (hypothalamus et amygdale) de 24 participants s'activait davantage lors d'interactions entre humains que lors d'interactions entre humain et robot. Ainsi, il est possible d'avancer que la différence significative observée entre les résultats recueillis par le robot NAO et les examinateurs humains au MMSE et au test de l'horloge pourrait également s'expliquer en partie par cette différence fondamentale qui existe entre les deux types de passation. Cependant, de plus amples recherches seront nécessaires afin de mieux comprendre l'impact et les mécanismes en cause lors de l'utilisation d'un robot social d'assistance comme outil d'administration de tests standardisés en comparaison à une passation classique avec examinateur humain.

Deuxième hypothèse

La seconde hypothèse, à l'effet que le niveau d'acceptation des participants envers le robot serait moyen à élevé sur une échelle de type Likert, est confirmée par les résultats de l'étude. Effectivement, les résultats des participants montraient une moyenne de 92,75 ($\acute{E}.T.$ = 13,61) points sur une possibilité de 130 points à l'échelle d'acceptation adaptée du modèle Almere qui était administrée immédiatement après l'interaction avec le robot, ce qui correspond à une moyenne de 3,57 par items sur une échelle de type Likert en cinq

points. Le robot NAO a donc été globalement bien accepté par les utilisateurs au cours de l'expérimentation, et ce, malgré les nombreux dysfonctionnements technologiques vécus pendant l'expérimentation. Cependant, notons qu'un biais de recrutement a pu influencer les résultats obtenus, les personnes volontaires pour participer à la présente étude ayant pu avoir un plus fort attrait envers ce type de technologies que la moyenne de la population. Bien qu'il ne soit pas possible à l'aide des données récoltées de connaître l'influence des dysfonctionnements vécus sur le niveau d'acceptation des participants, il est légitime de croire qu'ils ont probablement eu un impact étant donné qu'ils ont pu nuire significativement à la qualité de l'interaction entre le robot et les participants.

Bien que peu d'études se soient intéressées spécifiquement à l'acceptation du robot NAO auprès d'une population âgée, les résultats obtenus sont conformes à ce qui était attendu à la suite de la consultation de la littérature sur le sujet. L'étude de Torta et ses collaborateurs (2014) portait sur le niveau d'acceptation de huit participants âgés entre 75 et 95 ans vis-à-vis du robot NAO, utilisé alors comme interface dans un appartement intelligent. À l'échelle d'acceptation adaptée du modèle Almere, presque identique à celle utilisée dans le cadre de la présente étude, les auteurs rapportaient une moyenne se situant entre 3,90 et 4,89 sur une échelle de type Likert en cinq points peu importe les différents construits de l'échelle, les données démontrant qu'il n'existait pas de différences significatives entre les moyennes des différents construits. Les résultats obtenus par Torta et ses collaborateurs (2014) sont donc similaires, mais légèrement supérieurs à ceux observés dans le cadre de cette étude. Les dysfonctionnements technologiques vécus par

les participants pourraient expliquer, du moins en partie, la différence observée entre les niveaux d'acceptation recueillis dans l'étude de Torta et ses collaborateurs (2014) et ceux de la présente étude. Certains dysfonctionnements du robot NAO ont également été constatés dans l'étude de Torta et al. (2014), mais ceux-ci semblaient de moins grande ampleur que ceux vécus dans la présente étude. Bien qu'il ne soit pas possible de connaître l'impact exact de ces dysfonctionnements sur l'acceptation des participants, rappelons que ceux-ci ont pu nuire significativement à la qualité de l'interaction avec le participant. Dans les sections suivantes, les autres facteurs ayant potentiellement influencé le niveau d'acceptation des participants envers le robot seront discutés.

Perception d'utilité. Selon Heerink et al., (2010), les auteurs du modèle Almere, la perception d'utilité est l'une des variables centrales de l'acceptation d'un robot social d'assistance par les personnes âgées. Ainsi, selon les chercheurs, plus un robot est perçu comme utile par ses utilisateurs, plus il sera accepté par ceux-ci. Dans le cadre de cette étude, la perception d'utilité du robot NAO par les participants semble être un facteur important ayant influencé positivement le niveau d'acceptation. Effectivement, à l'échelle d'acceptation, on note les résultats les plus élevés (moyenne de 4,00 et plus sur l'échelle de type Likert en 5 points) aux items qui suggèrent notamment que le robot est utile ou encore que ce soit une bonne idée de l'utiliser. Ainsi, malgré les dysfonctionnements technologiques auxquels les participants ont dû faire face pendant les expérimentations, ceux-ci jugent donc majoritairement que c'est une bonne chose de faire usage du robot NAO comme outil de dépistage des troubles neurocognitifs.

Aspect physique du robot NAO. Dans leur revue systématique de la littérature, Broadbent et ses collaborateurs (2009) ont conclu qu'afin d'être bien accepté par les personnes âgées, un robot utilisé dans les soins de santé doit être relativement de petite taille, ne pas bouger trop rapidement, être sécuritaire et fiable, en plus d'avoir une apparence qui ne s'approche pas trop de celle de l'humain. L'aspect physique du robot NAO, qui correspond à l'ensemble de ces critères, a sans doute influencé positivement le niveau d'acceptation des participants. Effectivement, à l'échelle d'acceptation, on note des résultats très élevés (moyenne de 4,00 et plus sur l'échelle de type Likert en 5 points) aux items qui indiquent que les participants ne trouvent le robot ni effrayant ni intimidant. Au contraire, le robot NAO est généralement jugé comme étant sympathique et fascinant (moyenne de 4,00 et plus sur l'échelle en 5 points), ce qui influence positivement le niveau de confiance et d'acceptation général des participants envers cette technologie. Ces résultats rejoignent ceux de Johnson et al. (2014), qui démontraient que le robot NAO était jugé comme sympathique par les participants âgés. Cependant, rappelons que la présence d'un biais de sélection peut possiblement avoir eu un impact sur ces résultats, les personnes volontaires afin de participer à cette étude ayant pu présenter à l'origine un intérêt supérieur envers cette technologie que le reste de la population.

De plus, comme dans l'étude de Torta et ses collaborateurs (2014), la petite taille du robot semble avoir eu une influence positive sur le niveau d'anxiété vécu par les participants. Cependant, cette même petite taille du robot semble avoir un impact négatif

sur la perception des participants que le robot est une créature réelle ou douée de vrais sentiments. Effectivement, tous les items reliés à ce construit ont obtenus un score d'acceptation moyen plus faible (2,50 et moins sur une échelle en 5 points), ce qui appuie les résultats obtenus par Torta et ses collaborateurs en ce sens. Ceci n'est pas nécessairement une mauvaise chose dans l'optique de la présente étude, le développement d'une relation émotionnelle n'étant nécessaire entre le participant et le robot dans le cadre de l'administration d'épreuves de dépistage.

Troisième hypothèse

Influence du niveau d'acceptation sur les épreuves de dépistage. La première partie de cette hypothèse, qui stipulait que le niveau d'acceptation envers le robot NAO ne devrait pas influencer les résultats obtenus par les participants au MMSE et au test de l'horloge, est confirmée par les résultats de l'étude. Effectivement, d'après les résultats obtenus, il ne semble pas exister de corrélation statistiquement significative entre les résultats obtenus à l'échelle d'acceptation du robot NAO et les résultats recueillis par le robot aux MMSE ($r = -0,018$, $p = 0,916$) et au test de l'horloge ($r = -0,119$, $p = 0,490$). Ces résultats signifient que le niveau d'acceptation des participants envers le robot NAO, qu'il soit faible ou élevé, n'influencera pas les résultats aux épreuves de dépistage. Ainsi, les personnes qui acceptent moins bien le robot NAO n'ont pas plus de chances d'être dépistées comme à risque de présenter un trouble neurocognitif que celles qui acceptent plus facilement cette technologie; ce résultat est donc encourageant. Cependant, rappelons encore une fois qu'un biais de sélection peut avoir affecté les résultats obtenus, les

personnes volontaires afin de participer à cette étude ayant pu présenter à l'origine un intérêt plus élevé envers ce type de technologie. À notre connaissance, aucune autre recherche ne s'est intéressée à ce jour à l'influence du niveau d'acceptation envers un robot ou une technologie sur les résultats obtenus à des épreuves de dépistage ou des tests neuropsychologiques. Rappelons que le MMSE et le test de l'horloge ont une excellente fidélité test-retest (Esteban-Santillan et al., 1998; Folstein et al., 1975), que ce soit avec le même examinateur humain ou avec des examinateurs humains différents, ce qui laisse croire que l'opinion et l'attitude des personnes âgées envers les des examinateurs humains différents aurait peu d'influence sur les résultats obtenus lorsque la procédure d'administration est scrupuleusement respectée.

Influence de l'attitude initiale des participants sur le niveau d'acceptation

Rappelons qu'à l'échelle d'acceptation générale de la technologie administrée aux participants avant leur interaction avec le robot NAO (échelle NARS), ceux-ci ont obtenu un score total moyen de 55,79 ($\dot{E}.T. = 8,85$) sur une possibilité maximale de 85 points, ce qui correspond à une moyenne de 3,28 sur une échelle de type Likert en 5 points, correspondant à un résultat moyen-élevé. Cependant, encore une fois, un biais de sélection peut avoir eu un impact sur ce résultat, les participants volontaires afin de participer à cette étude ayant pu présenter à l'origine un plus fort intérêt pour ce type de technologies. La seconde partie de la troisième hypothèse, qui stipulait que le niveau d'acceptation des participants envers le robot NAO devrait être positivement corrélé à l'acceptation générale envers les robots, n'est pas supportée par les résultats de cette étude. Effectivement, il ne

semble pas y avoir de corrélation significative entre l'acceptation générale vis-à-vis des robots (échelle NARS) et le degré d'acceptation du robot NAO par les participants (échelle inspirée du modèle Almere). Ainsi, les personnes qui avaient une opinion favorable envers les robots n'avaient pas nécessairement plus de chances d'avoir un niveau d'acceptation élevé vis-à-vis du robot NAO que ceux qui avaient une attitude négative au départ. Cependant, notons que le résultat obtenu se situe à la limite de la significativité ($r = 0,358$, $p = 0,057$).

Ce résultat est contraire à ce qui était attendu suite à la consultation des recherches portant sur le niveau d'acceptation face aux robots sociaux d'assistance. En effet, ces dernières ont démontré l'influence de plusieurs facteurs relatifs aux utilisateurs (Broadbent et al., 2009; De Graaf & Ben Allouch, 2013; Dinet & Vivian, 2015; Heerink et al., 2010). Plus particulièrement, l'attitude de départ des participants envers les robots d'assistance serait une variable primordiale, l'attitude positive d'un participant avant une interaction avec la technologie étant fortement corrélée à une évaluation positive après l'interaction (Stafford et al., 2014). Dans le cadre de la présente étude, l'attitude initiale des participants envers la technologie semble avoir beaucoup moins d'impact sur l'acceptation du robot NAO (évaluée directement après l'interaction avec celui-ci) que ce qui était attendu. De nouveau, ce résultat contraire à l'hypothèse de départ pourrait partiellement être expliqué par la présence d'une grande quantité de dysfonctionnements technologiques avec le robot NAO, ceux-ci ayant pu nuire au niveau d'acceptation des participants, peu importe leur opinion initiale au sujet des robots en général. Cependant,

il n'est pas possible à l'aide des résultats obtenus de valider cette hypothèse explicative. Si la présente étude était répliquée et qu'il n'y avait pas de dysfonctionnements technologiques, il serait alors possible de déterminer leur impact sur l'acceptation des participant envers le robot.

Corrélation significative supplémentaire. De manière inattendue, les résultats ont démontré qu'il semble exister une corrélation modérée entre l'échelle d'attitudes envers les robots (échelle NARS) et le résultat recueilli au test de l'horloge par le robot NAO ($r = 0,407$, $p = 0,028$). Cependant, on ne note pas de corrélation significative entre les résultats à cette échelle et les résultats au MMSE. Cette corrélation pourrait signifier que, pour le test de l'horloge, les participants qui ont une plus forte acceptation initiale de la technologie obtiennent de meilleurs résultats à cette épreuve de dépistage que ceux qui avaient initialement un plus faible niveau d'acceptation. De plus amples recherches seront nécessaires afin de mieux comprendre l'impact de l'attitude initiale envers les robots sur les résultats au test de l'horloge, notamment en répliquant la présente étude mais sans la présence de dysfonctionnements technologiques pouvant nuire aux administrations.

Forces et limites de l'étude

Forces de l'étude

Cette étude présente plusieurs forces. Tout d'abord, elle est l'une des premières à s'être intéressée à l'administration d'épreuves de dépistage à l'aide d'un robot social d'assistance. Plus encore, elle est, à notre connaissance, la première étude à se pencher sur

le dépistage des troubles neurocognitifs chez une population âgée à l'aide du robot NAO. Elle est, par conséquent une pionnière dans son domaine. Rappelons qu'à notre connaissance, une seule autre étude, provenant d'un groupe de chercheurs japonais, s'est intéressée à l'évaluation de la sévérité d'une démence à l'aide d'un robot (Izutsu et al., 2012). Au contraire de la présente étude, un très petit nombre de participants avait alors été inclus, les chercheurs n'avaient pas utilisé de tests standardisés dans le cadre de l'évaluation par le robot et aucune information n'était disponible sur le niveau d'acceptation de cette technologie par les participants.

De la même manière, seulement un petit nombre d'études se sont intéressées à l'utilisation de robots sociaux d'assistance auprès des personnes âgées. Les méta-analyses montrent que ces études comportent généralement des limites méthodologiques importantes telles qu'un petit échantillon, un manque de randomisation, un manque d'outils standardisés ou encore peu de rigueur méthodologique (Abdi et al., 2018; Kachouie, Sedighadeli, Khosla et Chu, 2014; Pu et al., 2018). Contrairement à celles-ci, la présente étude possède une méthodologie ainsi que des procédures rigoureuses. Un protocole identique et détaillé a été utilisé pour l'administration des épreuves de dépistage autant par les expérimentateurs humains que par le robot NAO. Le processus d'administration des épreuves de dépistage est donc équivalent autant pour l'humain que pour le robot NAO, inversement aux passations informatisées pour lesquelles il n'est pas possible de confirmer l'équivalence avec une passation classique de type « papier-crayon » (Zigouris & Tsolaki, 2015). Une procédure détaillée est également disponible

concernant le déroulement des deux rencontres d'expérimentation ainsi que sur l'administration des outils visant à mesurer le niveau d'acceptation des participants. Ainsi, l'une des forces de cette étude est qu'elle peut facilement être répliquée par un autre groupe de chercheurs.

De plus, une autre force de cette étude réside dans les outils utilisés. Des épreuves standardisées, validées empiriquement et largement utilisées dans la pratique clinique des soins de santé ont été sélectionnées et implémentées au robot NAO pour le dépistage des troubles neurocognitifs chez les personnes âgées. Un outil standardisé et validé en langue française a également été utilisé pour mesurer le niveau d'acceptation initial des participants envers les robots. L'utilisation d'un questionnaire sociodémographique a aussi permis de recueillir beaucoup d'informations sur l'échantillon et ainsi de raffiner l'analyse des résultats obtenus en fonction des caractéristiques des participants, par exemple le sexe ou le niveau de scolarité.

De la même manière, la randomisation de l'ordre de passation des expérimentations constitue un autre point fort. Effectivement, tel que déterminé par le hasard dès l'accueil du participant, la moitié d'entre eux ont débuté leur expérience avec le robot NAO alors que l'autre moitié ont débuté avec un examinateur humain afin de limiter un possible effet d'apprentissage ou d'habituation par rapport aux conditions d'expérimentation. De plus, le fait que chaque participant soit d'emblée inclus dans les deux conditions de l'étude représente aussi une force. Ainsi, les résultats de chaque

participant pour les deux types d'administrateurs (humain et robot) ont pu être comparés entre eux afin de mieux comprendre l'effet de l'utilisation d'un robot humanoïde sur les résultats obtenus.

Finalement, bien que l'échantillon contienne un nombre limité de participants, celui-ci en comporte davantage que la majorité des études portant sur l'utilisation du robot NAO auprès des personnes âgées (Bäck, Kallio, Perala et Makela, 2012; Jonhson et al, 2014; Seminov & Delconte, 2015; Torta et al., 2014). De plus, le nombre de participants de cette étude est légèrement supérieur au nombre de participants nécessaires afin de détecter une taille d'effet moyenne de 0,50, avec une puissance statistique de 0,80 et un seuil de signification $p = 0,05$, ce qui représente une force.

Limites de l'étude

D'un autre côté, cette étude présente également certaines limites. Tout d'abord, l'une des principales limites rencontrées concerne les nombreux dysfonctionnements technologiques survenus pendant l'expérimentation avec le robot NAO. Ceux-ci ont pu nuire aux résultats obtenus par les participants et limiter la standardisation des épreuves de dépistage. Malgré les tentatives pour éliminer les dysfonctionnements pendant le déroulement de l'étude, de nombreuses difficultés ont été rencontrées en lien avec la synthèse vocale et le programme d'exploitation de base utilisé par le robot NAO, c'est-à-dire le programme « Choregraphe ». En raison du nombre important de dysfonctionnements, il est difficile, au terme de cette étude, de confirmer ou d'infirmer

l'équivalence entre les résultats recueillis par le robot NAO et les examinateurs humains aux épreuves de dépistage puisqu'on ne connaît pas précisément l'impact de ces dysfonctionnements sur les résultats obtenus par les participants. De nombreuses améliorations devront donc être effectuées, entre autres concernant le programme d'exploitation, la synthèse et la reconnaissance vocale avant d'utiliser de nouveau le robot NAO comme administrateur d'outils de dépistage dans des études ultérieures.

De plus, rappelons que trois examinateurs humains différents, soit deux femmes et un homme, ont été impliqués dans la passation des épreuves de dépistage des troubles neurocognitifs auprès des participants. Idéalement, afin d'assurer une meilleure standardisation et de limiter l'impact possible des différences individuelles inhérentes aux examinateurs, une seule personne aurait dû être employée dans le cadre de cette étude. Cependant, pour des raisons pratiques et logistiques, il ne fut pas possible que l'ensemble des expérimentations soient assurées par un même individu. C'est pourquoi, afin de limiter les biais individuels dans l'administration des épreuves, une procédure stricte et standardisée sous forme d'un scénario a été utilisée lors de chacune des expérimentations. La formulation des consignes, la présentation des stimuli, les modalités de réponses et le délai imparti pour fournir une réponse ont donc été les mêmes pour chaque administrateur. De plus, rappelons que selon les résultats obtenus, il n'existe pas de différence significative entre les résultats obtenus par les participants au MMSE et au test de l'horloge en fonction des trois examinateurs humains différents ayant administré les

épreuves. Il existe seulement une différence significative entre les résultats recueillis par les trois examinateurs humains et le robot NAO aux mêmes épreuves.

Une autre limite de cette étude est représentée par l'échelle utilisée afin d'évaluer le niveau d'acceptation des participants envers le robot NAO. Celle-ci n'est pas validée en langue française et certains ajustements ont dû être apportés à la version originale de langue anglaise, tirée du modèle Almere, afin de satisfaire aux besoins de cette étude. Effectivement, certains éléments qui ne pouvaient s'appliquer à la situation ont dû être retirés. Les autres items ont été traduits en français, en respectant le plus fidèlement l'esprit et la formulation de l'échelle originale. Comme à notre connaissance, il n'existe pas à ce jour d'échelle validée en langue française qui permet d'évaluer le même construit, cette dernière a tout de même été choisie. Le modèle Almere, validé en langue anglaise, représentait ainsi la meilleure option disponible afin d'évaluer le niveau d'acceptation des participants âgés envers le robot NAO. De plus, il n'existe pas de normes permettant de déterminer quel résultat à l'échelle représente un faible ou un fort niveau d'acceptation de la part des participants, ce qui peut causer des difficultés au niveau de l'interprétation des résultats obtenus.

De la même manière, rappelons que pour l'échelle d'attitudes envers les robots (échelle NARS), les données sont manquantes pour 7 des 36 participants de l'étude, ce qui représente une faiblesse. Malheureusement, en raison d'une sauvegarde défectueuse, les échelles complétées par les sept premiers participants n'ont pas pu être récupérées.

Cependant, l'erreur fut corrigée le plus rapidement possible et le nombre de données recueillies demeure suffisant afin d'assurer une puissance statistique adéquate à l'interprétation des résultats.

Finalement, l'une des limites de cette étude est la représentativité de son échantillon. Celui-ci étant constitué de personnes volontaires ayant manifesté un intérêt envers l'étude, il est aisé de se demander si celui-ci est bel et bien représentatif de la population québécoise âgée de 65 ans et plus. Effectivement, les personnes volontaires afin de participer à l'étude pouvaient présenter un intérêt plus grand envers ce type de technologie que la moyenne de la population, ce qui peut affecter les résultats obtenus. De plus, la consultation des questionnaires sociodémographiques complétés par chaque participant nous permet d'avancer que certaines différences majeures sont présentes, notamment concernant le niveau de scolarité des participants. Rappelons que dans l'échantillon, 20 participants (55,6 % de l'échantillon) ont révélé une scolarité de niveau collégial ou inférieur (école primaire, secondaire ou étude de niveau collégial) alors que 16 (44,4 % de l'échantillon) ont rapporté un niveau de scolarité universitaire (certificat, baccalauréat ou maîtrise). Si on compare le niveau de scolarisation de l'échantillon avec le niveau de scolarité général de la population âgée de 65 ans et plus du Québec, on observe une différence importante. On constate un nombre beaucoup plus élevé de participants ayant atteint un niveau universitaire dans l'échantillon que dans la population québécoise en général. Effectivement, d'après une enquête de l'Institut de la Statistique du Québec, en 2006, seulement 13,8 % des personnes âgées de 65 ans et plus au Québec

avaient atteint un niveau de scolarité universitaire. Cependant, rappelons également que les résultats obtenus à l'aide du modèle d'analyse de la variance utilisé dans la présente étude a permis de déterminer qu'il n'existe pas de différence significative entre les résultats obtenus par les participants aux deux épreuves de dépistage en fonction de leur niveau de scolarité. Malgré tout, la présence d'un biais de recrutement demeure fort possible.

Recommandations et pistes de recherches futures

Puisque cette étude est l'une des premières dans son domaine d'expertise, de plus amples recherches seront nécessaires afin d'appuyer et de préciser les résultats obtenus. Tout d'abord, de la même manière qu'Izutsu et ses collaborateurs (2012), qui se sont intéressés à l'évaluation de la sévérité d'une démence auprès de personnes âgées à l'aide du robot Ifbot, des améliorations importantes seront nécessaires sur le plan technologique lors d'études futures. Par exemple, des améliorations devront être réalisées notamment au niveau de la synthèse vocale, de la reconnaissance et du jugement des réponses. Des améliorations pourraient également être mises en place de manière à ce que le robot soit en mesure de corriger de manière entièrement autonome les tests de dépistage, plutôt que de manière partiellement autonome, ce qui augmenterait l'utilité clinique de cette technologie.

Dans le cas où cette étude serait reproduite avec les améliorations technologiques requises, un échantillon plus grand pourrait être utilisé afin d'augmenter la puissance des

résultats obtenus. Un seul et même examinateur humain pourrait également être impliqué dans l'administration des épreuves de dépistage afin de limiter l'impact des différences individuelles sur le protocole de recherche. De plus, rappelons qu'il n'existe pas, à ce jour, d'échelle validée en français pour évaluer le niveau d'acceptation des personnes âgées envers le robot NAO. La création d'un tel instrument pourrait être une piste d'étude intéressante. L'ajout d'un volet qualitatif permettant d'analyser les commentaires des participants sur leur interaction avec le robot NAO serait, à notre avis, très riche et permettrait probablement de mieux cerner les facteurs influençant le niveau d'acceptation des participants.

De la même manière, puisque cette étude ne permet pas de déterminer le coefficient de fidélité entre deux passations avec le robot NAO, il serait intéressant pour une étude future de comparer deux passations entre elles afin de déterminer si, comme pour la passation avec un examinateur humain, les résultats se maintiennent dans le temps. Une étude future pourrait également varier le délai entre deux passations, qui était de sept jours dans la présente étude, afin de déterminer de quelle manière la corrélation entre les résultats est influencée par le passage du temps. De plus, il pourrait être intéressant de comparer l'utilisation du robot NAO et celle d'une autre technologie informatisée comme la tablette ou l'ordinateur. Enfin, il serait également intéressant de comparer l'utilisation de plusieurs robots sociaux d'assistance dans l'administration d'épreuves de dépistage afin de sélectionner la plateforme d'administration la plus efficace.

Conclusion

La présente étude avait pour objectif de déterminer si le robot humanoïde NAO peut représenter une plateforme efficace pour l'administration de tests de dépistage des troubles neurocognitifs auprès de personnes âgées de 65 ans et plus. Cette étude était l'une des premières à s'intéresser à l'administration d'épreuves standardisées par un robot social d'assistance.

Les données ont démontré qu'il existe une différence significative entre les résultats recueillis par le robot NAO et l'examineur humain aux mêmes tests de dépistage, des résultats significativement supérieurs étant généralement recueillis par l'examineur humain. Les résultats montrent cependant une corrélation moyenne-élevée entre les résultats recueillis au MMSE, mais pas au test de l'horloge. La différence significative entre les résultats recueillis pourrait cependant être expliquée par la présence d'importants dysfonctionnements technologiques avec le robot NAO, qui ont probablement influencé à la baisse les résultats obtenus par les participants.

Les résultats recueillis à l'échelle d'acceptation adaptée du modèle Almere montrent que le robot NAO est généralement bien accepté par ses utilisateurs, les participants montrant globalement un niveau d'acceptation moyen-élevé. La perception d'utilité de la technologie par les participants ainsi que les caractéristiques physiques du robot semblent être deux des facteurs ayant influencé positivement le niveau d'acceptation

des participants. Les données ont également révélé que le niveau d'acceptation des participants envers le robot NAO ne semble pas influencer les résultats obtenus par ceux-ci aux épreuves de dépistage, ce qui constitue un point positif à l'utilisation de cette technologie.

Rappelons cependant que d'importants dysfonctionnements technologiques limitent l'utilité et la validité des résultats obtenus dans la présente étude, ceux-ci ayant pu influencer significativement les résultats obtenus aux épreuves de dépistage ainsi que le niveau d'acceptation des participants envers la technologie. Cependant, ces résultats suggèrent qu'avec les améliorations nécessaires, le robot NAO pourrait représenter une plateforme intéressante et efficace pour l'administration d'outils de dépistage standardisés des troubles neurocognitifs auprès d'une population âgée. Bien que d'autres études soient nécessaires afin de valider son efficacité et sa fidélité, l'utilisation d'une telle technologie serait à considérer pour permettre une passation systématique, standardisée et unifiée de certaines épreuves de dépistage. Ainsi, le robot NAO pourrait contribuer significativement à améliorer les performances actuelles en matière de dépistage des troubles neurocognitifs tout en représentant un coût financier limité et raisonnable pour les organisations. Le robot NAO pourrait donc représenter une alternative efficace non pour remplacer les professionnels de la santé, mais plutôt pour soutenir ceux-ci et leur permettre de redistribuer plus efficacement leur temps de travail auprès de la clientèle âgée.

Références

- Abdi, J., Al-Hindawi, A., Ng, T., & Vizcaychipi, M. P. (2018). Scoping review on the use of socially assistive robot technology in elderly care. *BMJ open*, 8(2).
- Akl, A., Taati, B., & Mihailidis, A. (2015). Autonomous unobtrusive detection of mild cognitive impairment in older adults. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 62(5), 1383-1394.
- American Psychiatric Association. (2013). *DSM-5 Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (5e éd.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- Bäck, I., Kallio, J., Perälä, S., & Mäkelä, K. (2012). Remote monitoring of nursing home residents using a humanoid robot. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 18(6), 357-361. doi:10.1258/jtt.2012.120305
- Bartfay, E., Bartfay, W. J., & Gorey, K. M. (2013). Prevalence and correlates of potentially undetected dementia among residents of institutional care facilities in Ontario, Canada, 2009-2011. *International Journal Of Geriatric Psychiatry*, 28(10), 1086-1094. doi:10.1002/gps.3934
- Bernaud, J. L. (2007). *Introduction à la psychométrie*. Paris : Dunod.
- Boise, L., Neal, M. B., & Kaye, J. (2004). Dementia assessment in primary care: results from a study in three managed care systems. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 59(6), M621-M626.
- Bougrain, L., & Le Golvan, B. (2016). Les neuroprothèses. *L'Évolution Psychiatrique*, 81(2), 353-364.
- Borson, S., Gil, E., Scanlan, J., Vitaliano, P., Chen, J., Cashman, J., ... Roques, J. (1999). The Clock Drawing Test: Utility for Dementia Detection in Multiethnic Elders. *Journal of Gerontology*, 54(11). doi: 10.1093/gerona/54.11.M534
- Borson, S., Frank, L., Bayley, P. J., Boustani, M., Dean, M., Lin, P.-J., ... Ashford, J. W (2013). Improving dementia care: the role of screening and detection of cognitive impairment. *Alzheimer's & Dementia*, 9(2), 151-159.
- Borson, S., Scanlan, J. M., Watanabe, J., Tu, S.-P., & Lessig, M. (2006). Improving identification of cognitive impairment in primary care. *International Journal Of Geriatric Psychiatry*, 21(4), 349-355.

- Broadbent, E., Stafford, R., & MacDonald, B. (2009). Acceptance of Healthcare Robots for the Older Population: Review and Future Directions. *International Journal of Social Robotics*, 1(4), 319-330. doi:10.1007/s12369-009-0030-6
- Broekens, J., Heerink, M., & Rosendal, H. (2009). Assistive social robots in elderly care: a review. *Gerontechnology*, 8(2). doi:10.4017/gt.2009.08.02.002.00
- Cabibihan, J.-J., Javed, H., Ang, M., Jr., & Aljunied, S. (2013). Why Robots? A Survey on the Roles and Benefits of Social Robots in the Therapy of Children with Autism. *International Journal of Social Robotics*, 5(4), 593-618. doi: 10.1007/s12369-013-0202-2
- Carter, J. & Rosen, M. 1999. Unobstrusive sensing activities of daily living: a primilary report. Dans *Proceedings of the first joint biomedical engineering society and engineers in medicine and biology conference*, 678. Piscataway, NJ Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Clarfield, A. M. (1988). The reversible dementias: do they reverse. *Annals of Internal Medicine*, 109(6), 476-486.
- Cordell, C. B., Borson, S., Boustani, M., Chodosh, J., Reuben, D., Verghese, J., Fried, L. B. ... Fried, L.B. (2013). Alzheimer's Association recommendations for operationalizing the detection of cognitive impairment during the Medicare Annual Wellness Visit in a primary care setting. *Alzheimer's et Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, 9(2), 141-150. doi: 10.1016/j.jalz.2012.09.011
- De Graaf, M. M. A., & Ben Allouch, S. (2013). Exploring influencing variables for the acceptance of social robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 61(12), 1476-1486. doi: 10.1016/j.robot.2013.07.007
- Dépistage. (2006). Dans J. Wainsten (dir.), *Larousse Médical* (p. 265). Paris : France : Larousse.
- Dinet, J., & Vivian, R. (2015). Perception et attitudes à l'égard des robots anthropomorphes en France : validation d'une échelle d'attitudes. *Psychologie Française*, 60(2), 173-189. doi: 10.1016/j.psfr.2015.05.002
- Esteban-Santillan, C., Praditsuwan, R., Veda, H., & Geldmacher, D. S. (1998). Clock drawing test in very mild Alzheimer's disease. *Journal of the American Geriatrics Society*, 46(10), 1266-1269.
- Faul F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41, 1149-1160.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state": A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189-198. doi: 10.1016/0022-3956(75)90026-6

- Grignon, M., Spencer, B., Bronskill, S., Mulvale, G., Gandhi, S., Winkup, J., & Wang, L. (2015). *On the prevalence and cost of dementia in Canada: A review of the evidence*. Hamilton, McMaster University, Institute for clinical Evaluative sciences.
- Heerink, M., Kröse, B., Evers, V., & Wielinga, B. (2010). Assessing Acceptance of Assistive Social Agent Technology by Older Adults: the Almere Model. *International Journal of Social Robotics*, 2(4), 361-375. doi: 10.1007/s12369-010-0068-5
- Hubbard, E. J., Santini, V., Blankevoort, C. G., Volkers, K. M., Barrup, M. S., Byerly, L., Stern, R. A ... Stern, R.A. (2008). Clock drawing performance in cognitively normal elderly. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23(3), 295-327. doi:10.1016/j.acn.2007.12.003
- Institut de la statistique du Québec. (2006). *Répartition de la population de 15 ans et plus selon le niveau de scolarité, le sexe et le groupe d'âge, Québec, 2006*. Repéré à http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/education/niveau-scolaire/scol_pop_15_sex_a_qc.htm
- Institut de la statistique du Québec. (2010). *Portrait social du Québec : Données et analyses (Édition 2010)*. Repéré à <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/conditions-vie-societe/portrait-social2010.pdf>
- Institut de recherche et d'informations socio-économiques (2015). *Quels seront les impacts du vieillissement de la population ?* Repéré à https://cdn.iris-recherche.qc.ca/uploads/publication/file/IRIS_Vieillissement8web.pdf
- Izutsu, Y., Sumiyoshi, R., Kawanaka, H., Yamamoto, K., Takase, H., & Tsuruoka, S. (2012). A Proposal of Dementia Evaluation Method Using Interaction with Communication Robots in Welfare Facilities. *Journal of Japan Association for Medical Informatics*, 32(2), 73-81.
- Jimison, H. B., Pavel, M., & Pavel, J. (2003). Adaptive interfaces for home health. In Proceedings of the International Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare.
- Johnson, D., Cuijpers, R., Juola, J., Torta, E., Simonov, M., Frisiello, A., ... Beck, C. (2014). Socially Assistive Robots: A Comprehensive Approach to Extending Independent Living. *International Journal of Social Robotics*, 6(2), 195-211. doi: 10.1007/s12369-013-0217-8
- Kachouie, R., Sedighadeli, S., Khosla, R., & Chu, M.-T. (2014). Socially Assistive Robots in Elderly Care: A Mixed-Method Systematic Literature Review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 30(5), 369-393. doi: 10.1080/10447318.2013.873278
- Kanamori, M., Suzuki, M., Oshiro, H., Tanaka, M., Inoguchi, T., Takasugi, H., ... & Yokoyama, T. (2003, July). Pilot study on improvement of quality of life among elderly using a pet-type robot. In Proceedings 2003 IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation. Computational Intelligence in Robotics and Automation for the New Millennium (Cat. No. 03EX694) (Vol. 1, pp. 107-112). IEEE.

- Kidd, C. D., Taggart, W., & Turkle, S. (2006, May). A sociable robot to encourage social interaction among the elderly. In Proceedings 2006 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2006. ICRA 2006. (pp. 3972-3976). IEEE.
- Lin, J. S., O'Connor, E., Rossom, R. C., Perdue, L. A., & Eckstrom, E. (2013). Screening for cognitive impairment in older adults: A systematic review for the U.S. Preventive Services Task Force. *Annals Of Internal Medicine*, 159(9), 601-612.
- López Recio, D., Márquez Segura, E., Márquez Segura, L., & Waern, A. (2013, March). The NAO models for the elderly. In Proceedings of the 8th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction (pp. 187-188). IEEE Press.
- Matsumoto, Y., Ino, T., & Ogasawara, T. (2001, September). Development of intelligent wheelchair system with face and gaze based interface. In Proceedings 10th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication. ROMAN 2001 (Cat. No. 01TH8591) (pp. 262-267). IEEE.
- Mendez, M. F., Ala, T., & Underwood, K. L. (1992). Development of scoring criteria for the clock drawing task in Alzheimer's disease. *Journal Of The American Geriatrics Society*, 40(11), 1095-1099.
- Ministère de la Famille. (2012). *Vieillir et vivre ensemble : Chez soi, dans sa communauté, au Québec*. Repéré à <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/ainee/F-5235-MSSS.pdf>
- Ministère de la Famille. (2018). *Un Québec pour tous les âges : Le plan d'action 2018 – 2023*. Repéré à <https://www.mfa.gouv.qc.ca/fr/publication/Documents/PA-qc-tous-ages.PDF>
- Ministère de la Santé et des Services sociaux. (2001). *Orientations ministérielles sur les services offerts aux personnes âgées en perte d'autonomie*. Repéré à <http://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2000/00-702.pdf>
- Mordoch, E., Osterreicher, A., Guse, L., Roger, K., & Thompson, G. (2013). Use of social commitment robots in the care of elderly people with dementia: A literature review. *Maturitas*, 74(1), 14-20.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1, 209-0015.
- Nomura, T., Suzuki, T., Kanda, T., & Kato, K. (2006). Measurement of negative attitudes toward robots. *Interaction Studies*, 7(3), 437-454.
- Pennisi, P., Tonacci, A., Tartarisco, G., Billeci, L., Ruta, L., Gangemi, S., & Pioggia, G. (2016). Autism and social robotics: A systematic review. *Autism Research*, 9(2), 165-183.

- Pollack, M. E. (2005). Intelligent Technology for an Aging Population: The Use of AI to Assist Elders with Cognitive Impairment. *AI Magazine*, 26(2), 9.
- Pu, L., Moyle, W., Jones, C., & Todorovic, M. (2018). The Effectiveness of Social Robots for Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Studies. *The Gerontologist*, 59(1), e37-e51.
- Rauchbauer, B., Nazarian, B., Bourhis, M., Ochs, M., Prévot, L., & Chaminade, T. (2019). Brain activity during reciprocal social interaction investigated using conversational robots as control condition. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374(1771), 20180033.
- Shigemori, T., Harbi, Z., Kawanaka, H., Hicks, Y., Setchi, R., Takase, H., & Tsuruoka, S. (2015). Feature Extraction Method for Clock Drawing Test. *Procedia Computer Science*, 60, 1707-1714. doi: 10.1016/j.procs.2015.08.280
- Shulman, K. I. (2000). Clock-drawing: is it the ideal cognitive screening test? *International Journal Of Geriatric Psychiatry*, 15(6), 548-561.
- Simonov, M., & Delconte, G. (2015). Humanoid Assessing Rehabilitative Exercises. *Methods of Information in Medicine*, 54(2), 114-121. doi: 10.3414/ME13-02-005
- Société Alzheimer du Canada. (2016). *Prévalence et coûts financiers des maladies cognitives au Canada*. Repéré à http://www.alzheimer.ca/~media/Files/national/Statistics/PrevalenceandCostsofDementia_FR.pdf
- SoftBank Robotics. (s. d.). *En savoir plus sur NAO*. Repéré à <https://www.ald.softbankrobotics.com/fr/cool-robots/nao/en-savoir-plus-sur-nao>
- Stafford, R. Q., MacDonald, B. A., Li, X., & Broadbent, E. (2014). Older People's Prior Robot Attitudes Influence Evaluations of a Conversational Robot. *International Journal of Social Robotics*, 6(2), 281-297. doi: 10.1007/s12369-013-0224-9
- Statistique Canada. (2012). Estimations démographique annuelles : Canada, provinces et territoires. Repéré à <http://www.statcan.gc.ca/pub/91-215-x/2012000/part-partie2-fra.htm>
- Tierney, M. C., & Lerner, M. A. (2010). Computerized cognitive assessment in primary care to identify patients with suspected cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, 20(3), 823-832.
- Torta, E., Werner, F., Johnson, D., Juola, J., Cuijpers, R., Bazzani, M., . . . Bregman, J. (2014). Evaluation of a Small Socially-Assistive Humanoid Robot in Intelligent Homes for the Care of the Elderly. *Journal of Intelligent et Robotic Systems*, 76(1), 57-71. doi: 10.1007/s10846-013-0019-0

- Valentí Soler, M., Agüera-Ortiz, L., Olazarán Rodríguez, J., Mendoza Rebolledo, C., Pérez Muñoz, A., Rodríguez Pérez, I., . . . Martínez Martín, P. (2015). Social robots in advanced dementia. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 7, 133. doi: 10.3389/fnagi.2015.00133
- Vertesi, A., Lever, J. A., Molloy, D. W., Sanderson, B., Tuttle, I., Pokoradi, L., & Principi, E. (2001). Standardized Mini-Mental State Examination. Use and interpretation. *Canadian Family Physician*, 47(10), 2018-2023.
- Vital, J. P., Couceiro, M. S., Rodrigues, N. M., Figueiredo, C. M., & Ferreira, N. M. (2013). *Fostering the NAO platform as an elderly care robot*. Paper presented at the Serious Games and Applications for Health (SeGAH), 2013 IEEE 2nd International Conference on.
- Wada, K., Shibata, T., Saito, T., & Tanie, K. (2002). Psychological and social effects to elderly people by robot assisted activity at a health services facility for the aged. In *Proc. of Joint 1st Int'l Conf. on SCIS and ISIS, paper*, 23Q1-3)
- Whelan, S., Murphy, K., Barrett, E., Krusche, C., Santorelli, A., & Casey, D. (2018). Factors affecting the acceptability of social robots by older adults including people with dementia or cognitive impairment: A literature review. *International Journal of Social Robotics*, 1-26.
- Wrobel, J., Pino, M., Wagnier, P., & Rigaud, A. S. (2014). Robots et agents virtuels au service des personnes âgées : une revue de l'actualité en gérontechnologie. *NPG Neurologie - Psychiatrie - Gériatrie*, 14(82), 184-193. doi: 10.1016/j.npg.2014.02.007

Appendice A

Questionnaire de vérification de l'admissibilité du participant

Questionnaire de vérification de l'admissibilité du participant à l'étude :

- ☐ Êtes-vous âgé(e) de 65 ans et plus ?
- ☐ Habitez-vous sur le territoire du Saguenay-Lac-Saint-Jean ?
- ☐ Avez-vous déjà reçu un diagnostic de trouble cognitif majeur (maladie d'Alzheimer ou autre type de démence) ?
- ☐ Avez-vous déjà reçu un diagnostic de trouble psychiatrique (schizophrénie, dépression majeure, trouble bipolaire ou autre) ?
- ☐ Présentez-vous un déficit sensoriel important (surdité, problème de vision important) qui n'est pas traité ?

Si le participant répond « non »   l'une des deux premières questions ou « oui » à l'une des trois questions suivantes, celui-ci n'est pas admissible à l'étude. Veuillez alors remercier l'appelant de son intérêt et l'informer que sa participation ne pourra être retenue pour cette étude.

Appendice B
Questionnaire sociodémographique

QUESTIONNAIRE SOCIO-DÉMOGRAPHIQUE

IDENTIFICATION

Code d'identification : _____

Sexe (encerclez) : Homme Femme

Âge : _____ ans

Année de naissance : _____

Date d'administration : ____ ième jour du ____ ième mois de l'année 20____

INFORMATIONS PERSONNELLES

1. Langue maternelle

Français ☐ Anglais ☐ Autre, spécifiez : _____

2. Lieu de naissance

Canada ☐ Québec ☐ Autre pays, spécifiez : _____

Si vous êtes né(e) à l'extérieur du Canada, depuis combien d'années vivez-vous au Canada ? _____ ans.

3. Statut civil

Célibataire ☐ En couple ☐ Marié(e) ☐
Divorcé(e) ou séparé(e) ☐ Veuf ou veuve ☐

4. Avez-vous des enfants ?

Oui ☐ Non ☐

Si non, passez à la question #5.

Si oui, combien en avez-vous ? _____ enfants.

Avez-vous au moins un enfant à charge ?

Oui ☐ Non ☐

5. Avec qui habitez-vous présentement ? Cochez toutes les réponses qui s'appliquent.

☐ Seul (e) ☐ Conjoint (e) ☐ Enfant(s)
☐ Père / Mère ☐ Frère / Sœur
☐ Autre, spécifiez : _____

SCOLARISATION ET TRAVAIL

6. Quel est votre degré de scolarité le plus élevé et complété ?

☐ Primaire ☐ Secondaire 1 ☐ Collégial
☐ Secondaire 2 ☐ Baccalauréat

- | | |
|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Secondaire 3 | <input type="checkbox"/> Maîtrise |
| <input type="checkbox"/> Secondaire 4 | <input type="checkbox"/> Doctorat |
| <input type="checkbox"/> Secondaire 5 | <input type="checkbox"/> Autre, spécifiez : _____ |

7. Avez-vous eu des difficultés à l'école ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, quelles étaient ces difficultés ? (Cochez toutes les réponses qui s'appliquent)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Troubles de comportements | <input type="checkbox"/> Problèmes de consommation |
| <input type="checkbox"/> Victime d'intimidation | <input type="checkbox"/> Intimidateur |
| <input type="checkbox"/> Dyslexie | <input type="checkbox"/> Difficultés d'apprentissages : |
| | <input type="checkbox"/> Mathématiques |
| | <input type="checkbox"/> Langues |
| | <input type="checkbox"/> Sciences |

☐ Autre, spécifiez : _____

8. Quelle est votre occupation principale présentement ?

☐ À l'emploi (spécifiez) : _____

☐ Temps partiel

☐ Temps plein

☐ Retraité(e)

Si oui, de quel domaine ? _____

☐ Invalide (spécifiez la raison de l'invalidité) : _____

PROFIL MÉDICAL ET PSYCHOLOGIQUE

9. Cochez tous les problèmes de santé physique pour lesquels vous avez été diagnostiqué(e) ou traité(e) par un médecin.

- | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Asthme | <input type="checkbox"/> Épilepsie | <input type="checkbox"/> Problèmes cardiaques |
| <input type="checkbox"/> A.V.C | <input type="checkbox"/> Insomnie | <input type="checkbox"/> Problèmes aux reins |
| <input type="checkbox"/> Cancer | <input type="checkbox"/> Hypertension | <input type="checkbox"/> Traumatisme crânien |

☐ Cirrhose du foie☐ Hypercholestérolémie☐ Autres, spécifiez : _____☐ Diabète☐ Migraine(s) _____

10. Cochez tous les problèmes de santé psychologique pour lesquels vous avez été diagnostiqué(e) ou traité(e) par un professionnel de la santé.

☐ Schizophrénie☐ Maladie affective bipolaire☐ État de stress post-traumatique☐ Trouble de la personnalité☐ Trouble de l'humeur (incluant dépression)☐ Trouble anxieux☐ Trouble de déficit de l'attention sans☐ Autre, spécifiez : _____

hyperactivité

☐ Trouble de déficit de l'attention avec

hyperactivité

11. Avez-vous déjà été hospitalisé(e)?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, à quand remonte votre dernière hospitalisation ? _____

Pour quelle(s) raison(s) avez-vous été hospitalisé(e) ? _____

FIN DU QUESTIONNAIRE. MERCI.

Appendice C
Échelle d'attitude vis-à-vis des robots (NARS)

Échelle d'attitude vis-à-vis des robots (NARS)

Code du participant : _____

Je vais maintenant vous lire plusieurs affirmations. Pour chacune des phrases que je vous lirai, j'aimerais que sur une échelle de 1 à 5, vous me disiez à quel point vous êtes en accord ou en désaccord avec celle-ci. 1 signifie totalement en désaccord, 2 signifie en désaccord, 3 signifie ni l'un ni l'autre, 4 signifie en accord et 5, totalement en accord. Vous pouvez me demander de répéter les choix de réponses autant de fois que vous le désirez. Êtes-vous prêt?

	1 Totalement en désaccord	2 Désaccord	3 Ni en accord ni en désaccord	4 En accord	5 Totalement en accord
1. Je me sentirais mal à l'aise si on me donnait à réaliser une activité dans laquelle je dois utiliser un robot.	5 points	4 points	3 points	2 points	1 points
2. Le mot « robot » n'évoque rien pour moi.	5 points	4 points	3 points	2 points	1 points
3. Je me sentirais nerveux si je devais utiliser un robot devant d'autres personnes.	5 points	4 points	3 points	2 points	1 points
4. Je déteste l'idée selon laquelle des robots puissent émettre des jugements à propos des choses.	5 points	4 points	3 points	2 points	1 points
5. Je me sentirais nerveux si je devais simplement me tenir debout devant un robot.	5 points	4 points	3 points	2 points	1 points
6. Je me sentirais très mal à l'aise de devoir parler à un robot.	5 points	4 points	3 points	2 points	1 points
7. Je ne me sentirai pas à l'aise si les robots éprouvaient des émotions.	5 points	4 points	3 points	2 points	1 points
8. Des choses graves surviendraient si les robots étaient conçus comme des êtres vivants.	5 points	4 points	3 points	2 points	1 points
9. Je pense que si je dépendais trop des robots, des choses mauvaises pourraient se produire.	5 points	4 points	3 points	2 points	1 points
10. Je crains que les robots aient une mauvaise influence sur les enfants.	5 points	4 points	3 points	2 points	1 points
11. Je pense que, dans le futur, la société sera dominée par les robots.	5 points	4 points	3 points	2 points	1 points
12. Je pense que, dans le futur, les robots seront partout dans la société.	1 points	2 points	3 points	4 points	5 points

13. Je me sentirai détendu de discuter avec des robots.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
14. Si les robots avaient des émotions, je serai capable de devenir ami avec eux.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
15. Je pense que je pourrai me faire des amis avec les robots.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
16. Je serais rassuré si les robots éprouvaient des émotions.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
17. Je me sens rassuré d'être avec des robots	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>

Appendice D
Formulaire de cotation du test de l'horloge

Échelle d'interprétation du dessin de l'horloge CDIS

Code du participant : _____ Date : _____

1 – Toute tentative afin d'indiquer le temps	_____ / 1
2 – Tout élément qui peut être soit une partie d'une figure ferme, une aiguille ou un nombre.	_____ / 1
3 – Présence d'une figure fermée (cercle)	_____ / 1
4 – Un « 2 » est présent et utilisé pour indiquer le temps	_____ / 1
5 - La plupart des symboles sont distribués en cercle et sans écart majeur	_____ / 1
6 – Trois ou plus des cadrants ont un ou plusieurs nombres appropriés	_____ / 1
7 – La disposition est de droite à gauche	_____ / 1
8 – Les symboles sont à l'intérieur de la figure	_____ / 1
9 – Un « 11 » est présent et utilisé pour indiquer le temps	_____ / 1
10 – Tous les chiffres de 1 à 12 sont présents	_____ / 1
11 – Il n'y a pas de symboles répétés	_____ / 1
12 – Des nombres arabes ou romains sont utilisés	_____ / 1
13 – Les nombres ne dépassent pas 12	_____ / 1
14 – Tous les nombres sont adjacent à la bordure de l'horloge	_____ / 1
15 – Sept ou plus des chiffres du même type sont dans un ordre séquentiel adéquat	_____ / 1
16 – Les aiguilles partent du centre vers la périphérie	_____ / 1
17 – Une aiguille est plus longue que l'autre	_____ / 1
18 – Il y a 2 aiguilles distinctes et séparées	_____ / 1
19 – Les aiguilles sont à l'intérieur de la figure fermée	_____ / 1
20 – Il y a une tentative pour indiquer le temps avec l'une ou l'autre des aiguilles	_____ / 1

TOTAL : _____ / 20

HORLOGE

Code du participant : _____ *Date :* _____

Appendice E
Échelle adaptée du modèle Almere

Questionnaire d'acceptation (modèle Almere)

	1 Totalelement en désaccord	2 Désaccord	3 Ni en accord ni en désaccord	4 En accord	5 Totalelement en accord
1. Lorsque je suis en contact avec le robot, j'ai peur de faire des erreurs.	<i>5 points</i>	<i>4 points</i>	<i>3 points</i>	<i>2 points</i>	<i>1 points</i>
2. Si j'étais de nouveau en contact avec le robot, je crois que j'aurais peur de briser quelque chose.	<i>5 points</i>	<i>4 points</i>	<i>3 points</i>	<i>2 points</i>	<i>1 points</i>
3. Je trouve le robot effrayant.	<i>5 points</i>	<i>4 points</i>	<i>3 points</i>	<i>2 points</i>	<i>1 points</i>
4. Je trouve le robot intimidant.	<i>5 points</i>	<i>4 points</i>	<i>3 points</i>	<i>2 points</i>	<i>1 points</i>
5. Je trouve que c'est une bonne idée d'utiliser ce robot.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
6. L'utilisation du robot pourrait rendre la vie plus intéressante.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
7. C'est une bonne chose d'utiliser le robot.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
8. J'apprécie quand le robot me parle.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
9. J'apprécie faire certaines choses avec le robot.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
10. Je trouve le robot sympathique.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
11. Je trouve le robot fascinant.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
12. Je trouve le robot ennuyant.	<i>5 points</i>	<i>4 points</i>	<i>3 points</i>	<i>2 points</i>	<i>1 points</i>
13. Je trouve que c'est agréable d'avoir une conversation avec le robot.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
14. Je trouve cela agréable d'interagir avec le robot.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
15. Je sens que le robot me comprend bien.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
16. Je crois que le robot est gentil.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>

17. Je crois que le robot est utile.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
18. J'aimerais bien avoir ce robot à la maison.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
19. Je crois que le robot pourrait être utile dans différentes choses.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
20. Quand j'interagis avec le robot, j'ai l'impression que c'est une vraie personne.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
21. Parfois, j'ai l'impression que le robot me regardait véritablement.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
22. Je peux imaginer le robot comme étant une créature vivante.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
23. Je continue à penser que le robot n'est pas une vraie personne.	<i>5 points</i>	<i>4 points</i>	<i>3 points</i>	<i>2 points</i>	<i>1 points</i>
24. Parfois, le robot semble avoir de réels sentiments.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
25. Je ferais confiance au robot s'il me donnait des conseils.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>
26. Je suivrais les conseils donnés par le robot.	<i>1 points</i>	<i>2 points</i>	<i>3 points</i>	<i>4 points</i>	<i>5 points</i>

Appendice F
Formulaire d'observation

examineur humain

Code du participant : _____

Observations concernant l'état d'esprit du participant pendant l'expérimentation (peur, stress, manque d'intérêt, ...) ainsi que les manifestations verbales et physiologiques démontrant vos observations (sudations, paroles d'inquiétude, ...) :

[illegible]

Veillez noter tout imprévu ou tout évènement pouvant avoir nuit à l'expérimentation ou avoir influencé les résultats obtenus :

[illegible]

Veillez noter toutes autres observations pertinentes :

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Partie B – Observations réalisées lors de l'expérimentation par le robot humanoïde NAO

Code du participant : _____

Observations concernant l'état d'esprit du participant pendant l'expérimentation (peur, stress, manque d'intérêt, ...) ainsi que les manifestations verbales et physiologiques démontrant vos observations (sudations, paroles d'inquiétude, ...) :

[illegible]

Veillez noter tout imprévu ou tout évènement pouvant avoir nuit à l'expérimentation ou avoir influencé les résultats obtenus :

[illegible]

Veillez noter toutes autres observations pertinentes :

[illegible]

Appendice G
Formulaire de consentement

FORMULAIRE D'INFORMATION ET CONSENTEMENT

Titre du projet	<i>Utilisation du robot humanoïde NAO comme outil de dépistage des troubles cognitifs auprès d'une population âgée</i>
Chercheure responsable du projet :	Julie Bouchard , Ph. D., Professeur en neuropsychologie clinique, Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)
Co-chercheurs :	Sébastien Gaboury , Ph. D., Professeur adjoint en mathématique, Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) Marie-Claude Bouchard-Aubin , Ba. psy, candidate au D. Psy

1. PRÉAMBULE

Nous sollicitons votre participation à un projet de recherche. Cependant, avant d'accepter de participer à ce projet et de signer ce formulaire d'information et de consentement, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Ce formulaire peut contenir des éléments que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles aux chercheurs responsables du projet ou aux autres membres du personnel affectés au projet de recherche et à leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair.

2. NATURE ET OBJECTIFS DU PROJET DE RECHERCHE

Le Laboratoire d'intelligence ambiante sur la reconnaissance d'activité (LIARA) est un laboratoire situé à l'Université du Québec à Chicoutimi. Son objectif est de développer, de mettre au point et de tester des technologies et des dispositifs « intelligents », donc qui peuvent s'adapter à l'être humain et répondre à certains besoins.

Dans le cadre du présent projet de recherche, nous voulons tester NAO, un petit robot humanoïde utilisé dans la recherche scientifique. Plus particulièrement, nous voulons savoir si NAO serait un outil efficace afin d'aider les professionnels de la santé (médecins, infirmières, ergothérapeutes, psychologues, etc.) à dépister certains troubles cognitifs chez les personnes âgées. Nous voulons également savoir pour quelles raisons celui-ci sera ou non efficace, ou encore quelles modifications nous pourrions faire à la technologie pour la rendre plus fonctionnelle. Pour ce faire, nous comparerons les résultats recueillis à certains tests par le robot NAO et ceux recueillis par un être humain. Ensuite, nous recueillerons vos perceptions et vos commentaires concernant l'interaction que vous aurez eu avec le robot NAO.

3. DÉROULEMENT DU PROJET DE RECHERCHE

Si vous acceptez de prendre part à ce projet de recherche, votre participation consistera à vous présenter à deux rencontres de 60 à 90 minutes. Celles-ci pourront avoir lieu dans les locaux du Laboratoire d'Intelligence Ambiante pour la Reconnaissance d'Activités (LIARA), situé à l'Université du Québec à Chicoutimi. Les frais de stationnement encourus lors de vos déplacements dans le cadre des expérimentations vous seront remboursés. Suivant la disponibilité des locaux, les rencontres pourront également avoir lieu, dans certains cas et selon votre convenance, dans un local adéquat situé à l'extérieur de l'UQAC.

Est-ce que les rencontres seront enregistrées ?

Afin de faciliter l'analyse des résultats, la portion de la rencontre durant laquelle le robot NAO ou un examinateur humain vous fera passer les tests sera enregistrée à l'aide d'une caméra. Ces enregistrements seront codifiés, mais ne feront pas mention de votre identité. Ces enregistrements seront conservés dans un ordinateur verrouillé auquel seuls les chercheurs du projet ont accès.

De plus, la dernière portion de la rencontre, où nous vous demanderons de répondre oralement à certaines questions, sera enregistrée à l'aide d'un enregistreur audio. Aucune information concernant votre identité ne sera enregistrée et les enregistrements audios seront détruits une fois notre entrevue retranscrite.

Première rencontre :

Lors de notre première rencontre, nous vous demanderons tout d'abord de remplir un court questionnaire nous fournissant quelques informations générales sur vous et vos habitudes. Par la suite, un assistant humain ou le robot NAO sera chargé de vous faire passer certains tests neuropsychologiques (MMSE et test de l'horloge). Cette partie durera en moyenne une quinzaine de minutes. Enfin, nous vous demanderons de répondre oralement à certaines questions d'entrevue concernant l'expérience que vous avez vécue.

Deuxième rencontre :

Cette deuxième rencontre aura lieu une semaine après notre première rencontre. Encore une fois, elle pourra avoir lieu à l'Université du Québec à Chicoutimi, où un stationnement gratuit vous sera réservé, ou encore dans un lieu différent suivant votre préférence et la disponibilité d'un local adéquat.

Lors de cette rencontre, le robot NAO ou un assistant humain sera chargé de vous faire passer les mêmes tests neuropsychologiques (MMSE et test de l'horloge) que lors de la première rencontre. Par la suite, nous vous demanderons de répondre à nouveau oralement à de nouvelles questions d'entrevue concernant l'expérience que vous avez vécue.

4. COLLABORATION DU PARTICIPANT AU PROJET DE RECHERCHE

Si vous acceptez de participer à ce projet de recherche, vous devrez :

- vous présenter à toutes les visites prévues, soit 2 rencontres d'environ 60 à 90 minutes.
- porter vos lunettes et appareils auditifs si vous avez une prescription à cet effet.

5. CONSTITUTION, CONSERVATION ET ACCÈS AUX DONNÉES

Les données recueillies dans le cadre de ce projet de recherche pourraient être utilisées pour d'autres études en lien avec l'utilisation du robot humanoïde NAO. Ces études devront, au préalable, être évaluées et approuvées par le Comité d'éthique de la recherche de l'Université du

Québec à Chicoutimi (UQAC). Les données seront conservées de façon sécuritaire par les chercheurs responsables du projet à l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC).

Les données recueillies dans le cadre de ce projet seront conservées pour une période de 25 ans et seront détruites de manière sécuritaire par la suite.

Seuls les membres de l'équipe de recherche auront accès aux données afin de réaliser l'étude en lien avec les objectifs scientifiques du projet décrit dans le formulaire d'information et de consentement.

6. AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS ASSOCIÉS AU PROJET DE RECHERCHE

Bien qu'il n'y ait pas d'avantages directs à votre participation, celle-ci aidera considérablement les chercheurs à mettre au point et à améliorer une technologie qui pourrait aider sensiblement les professionnels de la santé. Si certaines problématiques étaient détectées, vous serez contacté pour qu'on vous demande une autorisation de communiquer les informations à votre médecin traitant.

Les inconvénients liés à votre participation se situent surtout au niveau du temps que vous devrez investir pour la recherche. Effectivement, vous devrez vous rendre disponible pour deux rencontres de 60 à 90 minutes qui auront lieu à une semaine d'intervalle. Il se peut également que vous viviez du stress à venir nous rencontrer. Si un problème était détecté au cours de l'évaluation, vous serez avisé et dirigé vers un professionnel de la santé de votre secteur.

7. PARTICIPATION VOLONTAIRE ET POSSIBILITÉ DE RETRAIT

Votre participation à ce projet de recherche est complètement libre et volontaire. Vous êtes donc libre de refuser ou d'y participer. Vous pouvez également vous retirer de ce projet à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raisons, en faisant connaître votre décision à l'un des chercheurs responsables du projet ou à l'un des membres du personnel affectés au projet.

Si vous vous retirez du projet de recherche, l'information déjà obtenue dans le cadre de ce projet sera conservée aussi longtemps que nécessaire pour rencontrer les exigences réglementaires.

Toute nouvelle connaissance acquise durant le déroulement du projet qui pourrait affecter votre décision de continuer d'y participer vous sera communiquée sans délai verbalement et par écrit.

8. CONFIDENTIALITÉ

Durant votre participation à ce projet, les chercheurs responsables du projet ainsi que leur personnel recueilleront et consigneront dans un dossier de recherche les renseignements vous concernant. Seuls les renseignements nécessaires pour répondre aux objectifs scientifiques de ce projet seront recueillis.

Ces renseignements peuvent comprendre vos réponses aux différents questionnaires et les résultats des tests que vous aurez à effectuer durant ce projet ainsi que vos réponses aux questions d'entrevue.

Tous les renseignements recueillis demeureront strictement confidentiels dans les limites prévues par la loi. Les seules et très rares circonstances qui permettent de briser ces règles (enquête du coroner, loi sur la protection de la jeunesse, risque suicidaire ou homicidaire, conduite dangereuse

ou port d'armes) sont celles prévues par la loi. Dans ces cas, l'état de la situation sera signalé aux professionnels réputés compétents (médecins, infirmières, ambulanciers, professionnels reconnus en santé mentale) ou à des membres de votre réseau de soutien immédiat (conjoint, parents, famille immédiate).

Afin de préserver votre identité et la confidentialité des renseignements, tous des documents se reliant à vous seront identifiés par un même code secret. La clé du code reliant votre nom à votre dossier de recherche sera conservée sous clé par les chercheurs responsables au Laboratoire d'Intelligence Ambiante pour la reconnaissance d'Activités (LIARA).

Les chercheurs responsables du projet utiliseront les données de l'étude à des fins de recherche dans le but de répondre aux objectifs scientifiques du projet décrits dans le formulaire d'information et de consentement. Ces données de recherche seront conservées pendant 25 ans par les chercheurs responsables.

Les données en elles-mêmes ou combinées aux données provenant des autres participants pourront être partagées avec d'autres chercheurs. Ces données ne contiendront en aucun cas des renseignements permettant de vous identifier. Ces chercheurs respecteront les règles de confidentialité en vigueur au Québec et au Canada, et ce, dans tous les pays.

Les données feront l'objet d'un essai doctoral et pourront également être publiées dans des revues spécialisées ou faire l'objet de discussions scientifiques, mais il ne sera pas possible de vous identifier. Également, les données du projet pourraient servir pour d'autres analyses de données reliées au projet ou pour l'élaboration de projets de recherches futurs.

À des fins de surveillance et de contrôle, votre dossier de recherche pourra être consulté par une personne mandatée par le Comité d'éthique de la recherche de l'Université du Québec à Chicoutimi. Les membres de ce comité adhèrent à une politique de confidentialité.

À des fins de protection, notamment afin de pouvoir communiquer avec vous rapidement, vos noms et prénoms, vos coordonnées et la date de début et de fin de votre participation au projet seront conservées pendant un an après la fin du projet dans un répertoire maintenu par les chercheurs responsables ou par l'établissement.

9. INDEMNISATION EN CAS DE PRÉJUDICE ET DROITS DU PARTICIPANT

Vous ne recevrez aucune rémunération pour votre participation. Si vous devez vous déplacer à l'UQAC dans le cadre du projet de recherche, les frais de stationnement encourus vous seront remboursés.

En acceptant de participer à ce projet, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez les chercheurs ou l'établissement de leur responsabilité civile et professionnelle.

10. IDENTIFICATION DES PERSONNES-RESSOURCES

Si vous avez des questions concernant le projet de recherche ou si vous éprouvez un problème que vous croyez relié à votre participation au projet de recherche, vous pouvez communiquer avec la chercheuse responsable du projet :

Chercheurs responsables du projet : Julie Bouchard, Ph. D. au 418-545-5011 poste

5667

Pour toute question concernant vos droits en tant que participant à ce projet de recherche ou si vous avez des plaintes ou des commentaires à formuler, vous pouvez communiquer avec le Comité d'éthique et de la recherche de l'Université du Québec à Chicoutimi UQAC au 418-545-5011 poste 4704.

CONSENTEMENT

Titre du projet : *Utilisation du robot humanoïde NAO comme outil de dépistage des troubles cognitifs auprès d'une population âgée*

I. CONSENTEMENT DU PARTICIPANT

J'ai pris connaissance du formulaire d'information et de consentement. Je reconnais qu'on m'a expliqué le projet, qu'on a répondu à mes questions et qu'on m'a laissé le temps requis pour prendre une décision.

Je consens à participer à ce projet de recherche aux conditions qui y sont énoncées. Une copie signée et datée du présent formulaire d'information et de consentement m'a été remise.

Nom et signature du participant

Date

II. UTILISATION SECONDAIRE ET CONSERVATION DES DONNÉES

- 1) **Acceptez-vous** que vos données soient utilisées pour la réalisation d'autres études en lien avec le Laboratoire d'Intelligence Ambiante pour la Reconnaissance d'Activités (LIARA) pendant la période de conservation prévue, soit 25 ans ?

Oui ☐ Non ☐

- 2) Acceptez-vous d'être filmé et enregistré afin de permettre une meilleure analyse du robot humanoïde NAO ?

Oui ☐ Non ☐

Nom et signature du participant

Date

III. SIGNATURE DE LA PERSONNE QUI A OBTENU LE CONSENTEMENT SI DIFFÉRENT DES CHERCHEURS RESPONSABLES DU PROJET DE RECHERCHE

J'ai expliqué au participant les termes du présent formulaire d'information et de consentement et j'ai répondu aux questions qu'il m'a posées.

Nom et signature de la personne qui obtient le consentement

Date

IV. SIGNATURE ET ENGAGEMENT DES CHERCHEURS RESPONSABLES DU PROJET

Je certifie qu'on a expliqué au participant les termes du présent formulaire d'information et de consentement, que l'on a répondu aux questions que le participant avait à cet égard et qu'on lui a clairement indiqué qu'il demeure libre de mettre un terme à sa participation, et ce, sans préjudice.

Je m'engage, avec l'équipe de recherche, à respecter ce qui a été convenu au formulaire d'information et de consentement et à en remettre une copie signée au participant.

Nom et signature de l'un des chercheurs responsables du projet de recherche Date

Appendice H
Certification éthique



Comité d'éthique de la recherche
Université du Québec à Chicoutimi

APPROBATION ÉTHIQUE

Dans le cadre de l'Énoncé de politique des trois conseils : éthique de la recherche avec des êtres humains 2 (2014) et conformément au mandat qui lui a été confié par la résolution CAD-7163 du Conseil d'administration de l'Université du Québec à Chicoutimi, approuvant la Politique d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'UQAC, le Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'Université du Québec à Chicoutimi, à l'unanimité, délivre la présente approbation éthique puisque le projet de recherche mentionné ci-dessous rencontre les exigences en matière éthique et remplit les conditions d'approbation dudit Comité.

De plus, les membres jugent que ce projet rencontre les critères d'une recherche à risque minimal.

Responsable(s) du projet de recherche :	Madame Julie Bouchard, Professeure, Département des sciences de la santé, UQAC
Cochercheur(s) :	Madame Marie-Claude Bouchard-Aubin, Étudiante Doctorat en psychologie, UQAC Monsieur Sébastien Gaboury, Professeur Département d'informatique et de mathématiques, UQAC
Projet de recherche intitulé :	Utilisation du robot humanoïde NAO comme outil de dépistage des troubles cognitifs auprès d'une population âgée.
No référence du certificat :	602,241.04
Financement :	N/A

La présente est valide jusqu'au 30 juin 2018.

Rapport de statut attendu pour le **31 décembre 2017 (rapport annuel)** et le **31 mai 2018 (rapport final)**.

N.B. le rapport de statut est disponible à partir du lien suivant : <http://recherche.uqac.ca/rapport-de-statut/>.

Date d'émission initiale de l'approbation : 2 février 2017

Date(s) de renouvellement de l'approbation :



Nicole Bouchard,
Professeure et présidente

Appendice I
Ordre d'administration des expérimentations

Tableau I

Ordre d'administration des expérimentations

Numéro du participant	1 ^e expérimentation	Version des tests	2 ^e expérimentation	Version des tests
P01	A	1	B	2
P02	B	1	A	2
P03	A	2	B	1
P04	B	2	A	1
P05	A	1	B	2
P06	B	1	A	2
P07	A	2	B	1
P08	B	2	A	1
P09	A	1	B	2
P10	B	1	A	2
P11	A	2	B	1
P12	B	2	A	1
P13	A	1	B	2
P14	B	1	A	2
P15	A	2	B	1
P16	B	2	A	1
P17	A	1	B	2
P18	B	1	A	2
P19	A	2	B	1
P20	B	2	A	1
P21	A	1	B	2
P22	B	1	A	2
P23	A	2	B	1

P24	B	2	A	1
P25	A	1	B	2
P26	B	1	A	2
P27	A	B	B	1
P28	B	B	A	1
P29	A	A	B	2
P30	B	A	A	2
P31	A	B	B	1
P32	B	B	A	1
P33	A	A	B	2
P34	B	A	A	2
P35	A	B	B	1
P36	B	B	A	1

Expérimentation A : Administration des épreuves de dépistage par un examinateur humain

Expérimentation B : Administration des épreuves de dépistage par le robot NAO

Appendice J

Protocole des tests administrés par l'examineur humain

PASSATION PAR L'EXAMINATEUR HUMAIN

Mini Mental State Examination (MMSE)

A- INTRODUCTION

Version A et B

L'examineur dit : « Bonjour ! Aujourd'hui, j'ai quelques petites questions à vous poser. Je vous demanderai également de réaliser quelques tâches très simples. Êtes-vous prêt à commencer ? »

B- ORIENTATION

Orientation dans le temps

Version A et B

2. L'examineur demande les questions suivantes, une à la suite de l'autre :

1. « *En quelle année sommes-nous ?* » _____ / 1
2. « *En quelle saison sommes-nous ?* » _____ / 1
3. « *Quel mois sommes-nous ?* » _____ / 1
4. « *Quel jour du mois sommes-nous ?* » _____ / 1
5. « *Quel jour de la semaine sommes-nous ?* » _____ / 1

(L'examineur accorde 10 secondes pour chaque réponse. Ne pas reformuler ou ajouter d'explications supplémentaires)

Orientation dans l'espace

Version A et B

3. L'examineur dit : « *Bien. Je vais maintenant vous poser quelques questions sur l'endroit où nous nous trouvons.* »

L'examineur demande les questions suivantes, une à la suite de l'autre :

1. « *Comment se nomme l'établissement où nous sommes ?* » _____ / 1
2. « *Dans quelle ville sommes-nous ?* » _____ / 1
3. « *Dans quelle région sommes-nous ?* » _____ / 1
4. « *Dans quelle province se trouve la région où nous sommes ?* » _____ / 1
5. « *À quel étage sommes-nous ?* » _____ / 1

(L'examineur accorde 15 secondes pour chaque réponse. Ne pas reformuler ou ajouter d'explications supplémentaires.)

C- APPRENTISSAGE, ENREGISTREMENT

Version A

4. L'examineur dit : « *Je vais vous donner trois mots. Je voudrais que vous me les répétiez et que vous essayiez de les retenir, je vous les redemanderai tout à l'heure : chemise, bleu, franchise. Répétez les trois mots.* »

- L'examineur donne les trois mots groupés, un par seconde, face au participant, en articulant bien. Il accorde 20 secondes pour la réponse.

- Si le sujet ne répète pas les trois mots au premier essai, l'examineur les redonne jusqu'à ce qu'ils soient répétés correctement, dans la limite de six essais.

- Après six essais incorrects, l'examineur dit « Bien essayé, passons à la prochaine question ».

Version B

4. L'examineur dit : « *Je vais vous donner trois mots. Je voudrais que vous me les répétiez et que vous essayiez de les retenir, je vous les redemanderai tout à l'heure : **chandail, blanc, charité.** Répétez les trois mots.* » _____ / 3

- L'examineur donne les trois mots groupés, un par seconde, face au participant, en articulant bien. Il accorde 20 secondes pour la réponse.

- Si le sujet ne répète pas les trois mots au premier essai, l'examineur les redonne jusqu'à ce qu'ils soient répétés correctement, dans la limite de six essais.

- Après six essais incorrects, l'examineur dit « Bien essayé, passons à la prochaine question ».

D- ATTENTION ET CALCUL

Version A et B

5. L'examineur dit : « *Je vais vous demander d'épeler le mot MONDE, à l'envers, en commençant par la dernière lettre, avez-vous compris ?* »

- Si la personne a compris, continuer. Sinon, répéter exactement la même phrase et poursuivre.

- | | |
|--|---------------|
| 1. <i>Quelle est la dernière lettre du mot ?</i> | (E) _____ / 1 |
| 2. <i>Quelle est la prochaine lettre ?</i> | (D) _____ / 1 |
| 3. <i>Quelle est la prochaine lettre ?</i> | (N) _____ / 1 |
| 4. <i>Quelle est la prochaine lettre ?</i> | (O) _____ / 1 |
| 5. <i>Quelle est la prochaine lettre ?</i> | (M) _____ / 1 |

- Peu importe si la réponse du participant est correcte ou erronée, l'examineur dit « *Bien. Continuons.* » avant de poursuivre la passation.

E- RAPPEL – RÉTENTION MNÉSIQUE

Répéter les trois mots précédents

Version A

6. L'examineur dit : « *Quels sont les trois mots que je vous ai demandé de répéter et de retenir tout à l'heure ?* »

Chemise	_____ / 1
Bleu	_____ / 1
Franchise	_____ / 1

- Si le patient ne se rappelle pas des mots, l'examineur doit dire : « *Les trois mots étaient : chemise, bleu, franchise. Continuons* »

- Si le participant nomme correctement les trois mots, NAO dit « *C'est cela. Poursuivons.* ».

Version B

6. L'examineur dit : « Quels sont les trois mots que je vous ai demandé de répéter et de retenir tout à l'heure ? »

Chandail	_____ / 1
Blanc	_____ / 1
Charité	_____ / 1

- Si le patient ne se rappelle pas des mots, l'examineur doit dire : « Les trois mots étaient : chandail, blanc, charité. Continuons. »

- Si le participant nomme correctement les trois mots, NAO dit « *C'est cela. Poursuivons.* »

F- LANGAGE

Montrer au patient un crayon, une montre et lui demande de nommer l'objet. (Langage : dénomination, désignation)

Version A et B

7. L'examineur dit : « *Pourriez-vous me dire quel est le nom de cet objet que je porte à mon poignet (pointer la montre) ?* » _____ / 1

L'examineur dit : « *Pourriez-vous me dire quel est le nom de cet objet que je vais pointer juste au-dessus des feuilles (pointer le crayon) ?* » _____ / 1

Demander au patient de répéter la phrase suivante : "Pas de MAIS, de SI, ni de ET" (Langage : Répétition)

Version A et B

8. L'examineur dit lentement : « *Écoutez bien cette phrase et répétez après moi : pas de si ni de mais. Allez-y.* » _____ / 1

- Si le participant ne produit pas de réponse, l'examineur dit « *Écoutez bien la phrase que je vais dire. Vous devez la répéter : Pas de si ni de mais. Allez – y.* »

- Peu importe la réponse du participant, l'examineur dit « d'accord. Passons à la prochaine tâche ».

Demander au sujet d'obéir à un ordre en trois temps (Langage : Compréhension orale d'une consigne en trois étapes)

Version A et B

9. L'examineur dit : « *Regardez devant vous sur la table, il y a une feuille entièrement blanche. Maintenant, écoutez-moi bien et faites ce que je vais vous dire, je ne pourrai pas répéter la consigne une deuxième fois. Quand vous aurez terminé, dites « J'ai fini ». Prenez la feuille blanche dans votre main droite, pliez-la en deux et jetez-la par terre.* »

Prendre la feuille blanche dans la main droite	_____ / 1
Plier la feuille en deux	_____ / 1
Jeter la feuille par terre	_____ / 1

- Après 30 secondes, l'examineur demande « *Avez-vous terminé ?* ».

- Quand le participant déclare avoir terminé, l'examineur dit : « *D'accord. Continuons.* ».

Demander au sujet de lire et de suivre l'instruction suivante (Langage : Compréhension du langage écrit)

Version A et B

10. L'examineur dit : « *Maintenant, regardez la feuille rose qui est à votre droite. Dans le haut de cette feuille, il y a une consigne écrite. Pouvez-vous effectuer la consigne qui est écrite sur la feuille? Dites-moi quand vous aurez terminé.* » _____ / 1

- Peu importe la réponse du participant, NAO dit « *Bien, passons à la prochaine tâche maintenant* ».

Demander au patient d'écrire une phrase. (Langage : Écriture)

Version A et B

11. L'examineur désigne un papier et un crayon sur la table et dit : « *Maintenant, sur la même feuille rose que tout à l'heure, j'aimerais que vous écriviez une phrase. Voyez-vous les lignes sur la feuille ? Écrivez la phrase suivante « je veux aller chez moi ». Dites j'ai fini quand vous aurez terminé.* » _____ / 1

- Après une minute, si le participant n'a pas déclaré avec terminé, l'examineur demande : « *Avez-vous terminé ?* ». Si le participant a terminé, l'examineur dit « *Continuons* ».

G- PRAXIE CONSTRUCTIVE

Version A et B

Demander au participant de reproduire un dessin (Praxie de construction)

12. L'examineur dit : « *Toujours sur la même feuille rose que tout à l'heure, voyez-vous, il y a un dessin en bas. Voulez-vous recopier ce dessin dans l'espace blanc à côté, s'il-vous-plaît? Dites « J'ai terminé » quand vous aurez fini.* » _____ / 1

- Après une minute, si le participant n'a pas déclaré avec terminé, l'examineur demande : « *Avez-vous terminé ?* ». Si le participant a terminé, passer à la prochaine question.

TOTAL : _____ / 30

TEST DE L'HORLOGE

Version A et B

L'examineur dit : « *Nous avons presque terminé. Sur la feuille blanche à votre gauche, je vous demande de dessiner un cercle qui représentera le cadran d'une horloge. S'il-vous-plaît, placez des chiffres dans ce cercle de manière à ce qu'il ressemble au cadran d'une horloge. Dessinez-moi des aiguilles indiquant l'heure 11 heure 10 minutes. Dites « j'ai fini » quand vous aurez terminé* ».

- Après une minute, si le participant n'a pas déclaré avec terminé, l'examineur demande : « *Avez-vous terminé ?* ». Si le participant a terminé, passer à la conclusion.

TOTAL : _____ / 20

(Utiliser la feuille de cotation spécifique pour la correction)

CONCLUSION

L'examineur dit : « *Merci beaucoup de votre collaboration, nous avons terminé les tests pour aujourd'hui.* ».

Appendice K
Emplacement des objets pendant l'expérimentation

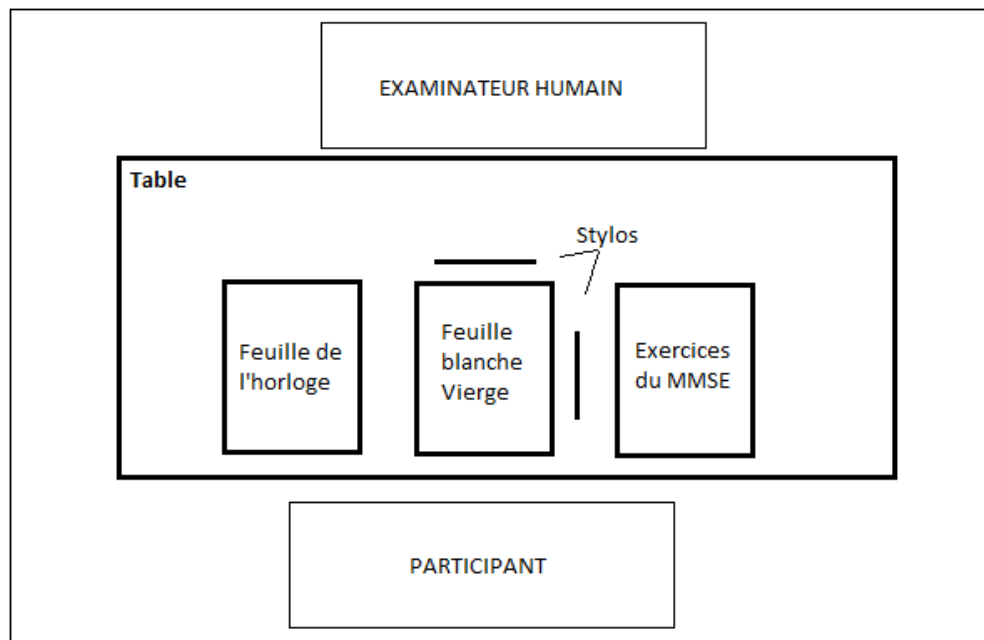


Figure 1. Emplacement des objets pour la réalisation de l'expérimentation avec un examinateur humain.

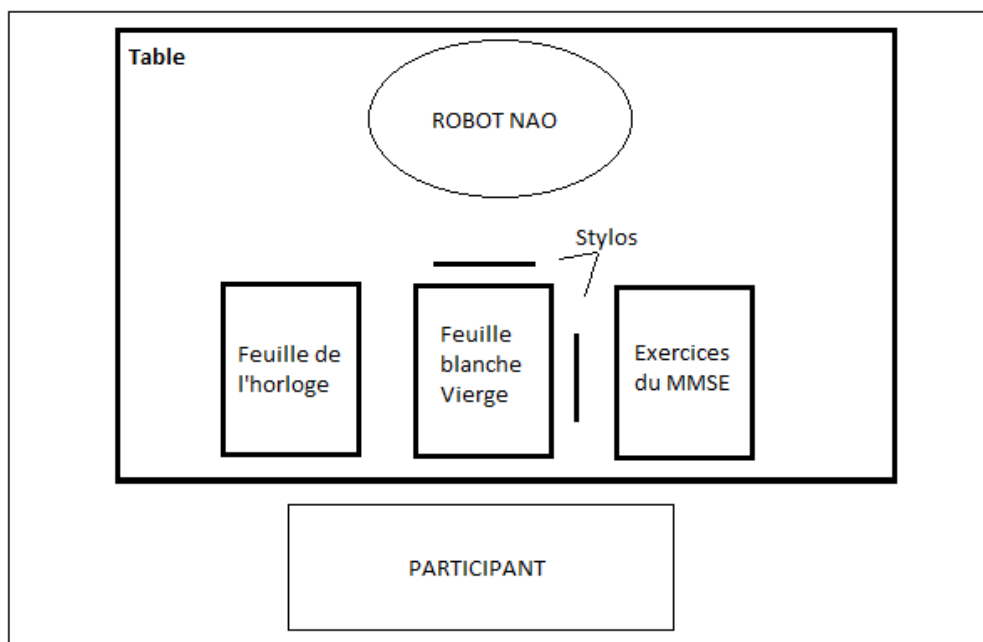
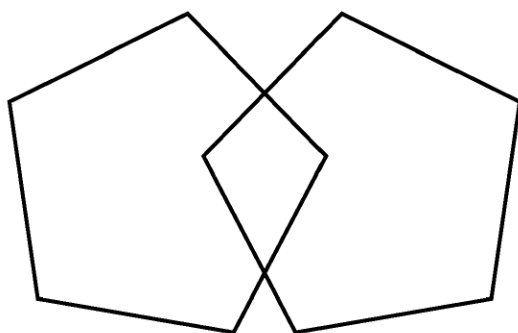


Figure 2. Emplacement des objets pour la réalisation de l'expérimentation avec le robot NAO.

FERMEZ VOS YEUX



Code du participant : _____

Date : _____

Figure 3. Exemple d'une feuille d'exercices du MMSE

HORLOGE	
<i>Code du participant :</i> _____	<i>Date :</i> _____

Figure 4. Exemple d'une feuille de l'horloge

Appendice L

Protocole des tests administrés par le robot NAO

PASSATION PAR LE ROBOT HUMANOIDE NAO

Mini Mental State Examination (MMSE)

A - INTRODUCTION

Version A et B

NAO dit : « Bonjour ! Je me nomme NAO. Aujourd'hui, j'aurai quelques questions à vous poser. Je vous demanderai également de réaliser quelques tâches très simples. Êtes-vous prêt à commencer ? »

- Si le participant répond oui, NAO passe à l'étape 2.
- Si le participant répond non, NAO dit : « Veuillez patienter quelques instants. Un membre de l'équipe viendra vous voir. ».

B - ORIENTATION

Orientation dans le temps

Version A et B

2. NAO pose les questions suivantes, une à la suite de l'autre :

- « En quelle année sommes-nous ? »
- « En quelle saison sommes-nous ? »
- « Quel mois sommes-nous ? »
- « Quel jour du mois sommes-nous ? »
- « Quel jour de la semaine sommes-nous ? »

(NAO accorde 10 secondes pour chaque réponse)

RÉPONSES ACCEPTÉES : Seule la réponse exacte à chacune des questions est acceptée. Advenant une réponse incorrecte à une des questions, le robot poursuit quand même l'administration normalement.

POINTAGE : 1 point est accordé pour chaque bonne réponse, pour un total de 5 points possibles.

Orientation dans l'espace

Version A et B

3. NAO dit : « Bien. Je vais maintenant vous poser quelques questions sur l'endroit où nous nous trouvons. »

Questions :

- « Pouvez-vous nommer l'endroit où nous sommes ? »
- « Dans quelle ville sommes-nous ? »
- « Dans quelle région sommes-nous ? »
- « Dans quelle province se trouve la région où nous sommes ? »
- « À quel étage sommes-nous ? »

-NAO accorde 15 secondes pour chaque réponse

RÉPONSES ACCEPTÉES : Seule la réponse exacte à chacune des questions est acceptée. Advenant une réponse incorrecte à une des questions, le robot poursuit quand même l'administration normalement.

POINTAGE : 1 point est accordé pour chaque bonne réponse, pour un total de 5 points possibles.

C - APPRENTISSAGE, ENREGISTREMENT

Version A

4. NAO dit : « Je vais vous donner trois mots. Je voudrais que vous me les répétiez et que vous essayiez de les retenir, je vous les redemanderai tout à l'heure : **chemise, bleu, franchise**. Répétez les trois mots."

-NAO donne les trois mots groupés, un par seconde, face au participant, en articulant bien. Il accorde 20 secondes pour la réponse.

- Si le sujet ne répète pas les trois mots au premier essai, NAO les redonne jusqu'à ce qu'ils soient répétés correctement, dans la limite de six essais. « Essayons encore. Répétez ces trois mots : chemise, bleu, honnêteté ».

- Après six essais incorrects, NAO dit « Bien essayé, passons à la prochaine question ».

RÉPONSES ACCEPTÉES : Seuls les trois mots exacts donnés par le robot sont acceptés.

POINTAGE : Un point est accordé pour chaque mot répété correctement dans la limite des six essais, pour un total de trois points.

Version B

4. NAO dit : « Je vais vous donner trois mots. Je voudrais que vous me les répétiez et que vous essayiez de les retenir, je vous les redemanderai tout à l'heure : **chandail, blanc, charité**. Répétez les trois mots."

-NAO donne les trois mots groupés, un par seconde, face au participant, en articulant bien. Il accorde 20 secondes pour la réponse.

- Si le sujet ne répète pas les trois mots au premier essai, NAO les redonne jusqu'à ce qu'ils soient répétés correctement, dans la limite de six essais. « Essayons encore. Répétez ces trois mots : citron, marguerite, ballon ».

- Après six essais incorrects, NAO dit « Bien essayé, passons à la prochaine question ».

RÉPONSES ACCEPTÉES : Seuls les trois mots exacts donnés par le robot sont acceptés.

POINTAGE : Un point est accordé pour chaque mot répété correctement dans la limite des six essais, pour un total de trois points.

D - ATTENTION ET CALCUL

Version A et B

5. NAO dit donc : « Pouvez-vous épeler le mot MONDE à l'envers en commençant par la dernière lettre ? »

- Si le client ne répond pas la première fois, NAO répète la question une seconde fois. Il accorde 30 secondes pour la réponse.
 - Peu importe si la réponse du participant est correcte ou erronée, le robot NAO dit « Bien. Continuons. » avant de poursuivre la passation.
- POINTAGE** : 1 point pour chaque lettre correctement épelée.

RAPPEL – RÉTENTION MNÉSIQUE

Répéter les trois mots précédents

Version A

6. NAO dit : « Quels sont les trois mots que je vous ai demandé de répéter et de retenir tout à l'heure ? »
- Le robot accorde 15 secondes au participant pour la réponse.
 - Si le patient ne se rappelle pas des mots ou ne les nomme pas tous correctement, NAO doit dire : « Les trois mots étaient : chemise, bleu, honnêteté. Poursuivons. ».
 - Si le participant nomme correctement les trois mots, NAO dit « C'est cela. Poursuivons. ».
- POINTAGE** : NAO accorde un point pour chaque mot correctement rappelé, pour un total de trois points.

Version B

6. NAO dit : « Quels sont les trois mots que je vous ai demandé de répéter et de retenir tout à l'heure ? »
- Le robot accorde 15 secondes au participant pour la réponse.
 - Si le patient ne se rappelle pas des mots, NAO doit dire : "Les trois mots étaient : chandail, blanc, charité. Poursuivons."
 - Si le participant nomme correctement les trois mots, NAO dit « C'est cela. Poursuivons. ».
- POINTAGE** : NAO accorde un point pour chaque mot correctement rappelé, pour un total de trois points.

E - LANGAGE

Montrer au patient un crayon, une montre et lui demande de nommer l'objet. (Langage : dénomination, désignation)

Version A et B

7. NAO dit : « Pourriez-vous me dire quel est le nom de cet objet ? »
- Nao désigne la montre à son poignet gauche.
Réponse acceptée : Montre
 - Nao répète la question et désigne un crayon posé sur la table.
Réponses acceptées : Crayon, stylo
- Peu importe la réponse du participant, NAO dit « Bien. Continuons. ».

POINTAGE : NAO accorde un point pour chaque désignation correcte pour un total de deux points possibles.

Demander au patient de répéter la phrase suivante : "Pas de si ni de mais" (Langage : Répétition)

Version A et B

8. NAO dit lentement : « Écoutez bien cette phrase et répétez après moi : pas de si ni de mais »

- Si le participant ne produit pas de réponse, NAO dit « Écoutez bien la phrase que je vais dire. Vous devez la répéter : Pas de si ni de mais. Allez – y.

- Peu importe la réponse du participant, NAO dit « d'accord. Passons à la prochaine tâche ».

POINTAGE : NAO accorde un point si la phrase est répétée entièrement correctement (aucun mot manquant).

Demander au sujet d'obéir à un ordre en trois temps (Langage : Compréhension orale d'une consigne en trois étapes)

Version A et B

9. Nao dit : « Regardez devant vous sur la table, il y a une feuille entièrement blanche. Maintenant, écoutez-moi bien et faites ce que je vais vous dire, je ne pourrai pas répéter la consigne une deuxième fois. Quand vous aurez terminé, dites « J'ai fini ». Prenez la feuille blanche dans votre main droite, pliez-la en deux et jetez-la par terre. »

- Après 40 secondes, NAO demande « Avez-vous terminé ? ». Peu importe la réponse du participant, NAO dit « D'accord. Continuons ».

POINTAGE : NAO filme le participant pendant qu'il effectue l'action. Un total de trois points seront accordé si chacune des trois actions sont effectuées correctement.

Demander au sujet de lire et de suivre l'instruction suivante (Langage : Compréhension du langage écrit)

Version A et B

10. NAO dit. « Maintenant, regardez la feuille rose qui est devant vous. Dans le haut de cette feuille, il y a une consigne écrite. Pouvez-vous effectuer la consigne qui est écrite sur la feuille, s'il-vous-plaît ? Allez-y maintenant. »

- Nao accorde 15 seconde au participant pour effectuer la consigne.

- Peu importe la réponse du participant, NAO dit « Bien, passons à la prochaine tâche maintenant ».

POINTAGE : Un point est accordé si le participant ferme ses yeux pour une durée minimale d'une seconde complète.

Demander au patient d'écrire une phrase. (Langage : Écriture)

Version A et B

11. Nao désigne un papier et un crayon sur la table et dit : « Maintenant, sur la même feuille que tout à l'heure, j'aimerais que vous écriviez une phrase. Voyez-vous les lignes sur la feuille ? Écrivez la phrase suivante « je veux aller chez moi. ».

Après une minute, si le participant n'a pas déclaré avec terminé, NAO demande : « Avez-vous terminé ? »

Si le participant dit « oui », NAO passe à la prochaine question.

Si le participant dit « non », NAO lui laisse une trente secondes supplémentaires.

POINTAGE : NAO photographie le résultat. Un point est accordé si la phrase est écrite correctement.

F - PRAXIE CONSTRUCTIVE

Version A et B

Demander au participant de reproduire un dessin (Praxie de construction)

12. Nao dit « Toujours sur la même feuille que tout à l'heure, voyez-vous, il y a un dessin en bas. Voulez-vous recopier ce dessin dans l'espace blanc à côté, s'il-vous-plaît? Dites « J'ai terminé » quand vous aurez fini. »

Après une minute, si le participant n'a pas déclaré avec terminé, NAO demande : « Avez-vous terminé ? »

Si le participant dit « oui », NAO dit « Très bien » et passe à la prochaine question.

Si le participant dit « non », NAO lui laisse une trente secondes supplémentaires et repose la question.

POINTAGE : Un point est accordé si le dessin est bien recopié.

POINTAGE TOTAL : Possibilité totale de 30 points.

TEST DE L'HORLOGE

Version A et B

« Nous avons presque terminé. Sur la feuille blanche à votre droite, je vous demande de dessiner un cercle qui représentera le cadran d'une horloge. S'il-vous-plaît, placez des chiffres dans ce cercle de manière à ce qu'il ressemble au cadran d'une horloge. Dessinez-moi des aiguilles indiquant l'heure 11 heure 10 minutes. Dites « j'ai fini » quand vous aurez terminé. »

- Si le participant ne produit aucune réponse, NAO dit : « Allez-y. Dessinez une horloge et placez les aiguilles pour qu'elle indique 11 heure 10 minutes.

Après une minute, si le participant n'a pas déclaré avec terminé, NAO demande : « Avez-vous terminé ? »

Si le participant dit « oui », NAO dit « Très bien » et passe à la prochaine question.

Si le participant dit « non », NAO lui laisse une trente secondes supplémentaires et repose la question.

CONCLUSION

NAO dit : « Merci beaucoup de votre collaboration, nous avons terminé notre travail ensemble. Veuillez patienter quelques instants, un membre de l'équipe de recherche viendra vous voir. »

CONDITIONS PARTICULIÈRES

Si à un moment de la passation, le participant cesse de répondre, NAO dit : "Il en reste peu à faire, ne laissons pas tomber !". Si le participant ne répond toujours pas, NAO lui demande: "Souhaitez-vous continuer le test?"

- Si la réponse est oui, NAO poursuit dans l'ordre prévu.
- Si la réponse est non, ou que le participant ne répond toujours pas, NAO dit : "Je vous remercie de votre participation, veuillez patienter quelques instants, un membre de l'équipe de recherche viendra vous voir."

Appendice M
Respect des postulats de base

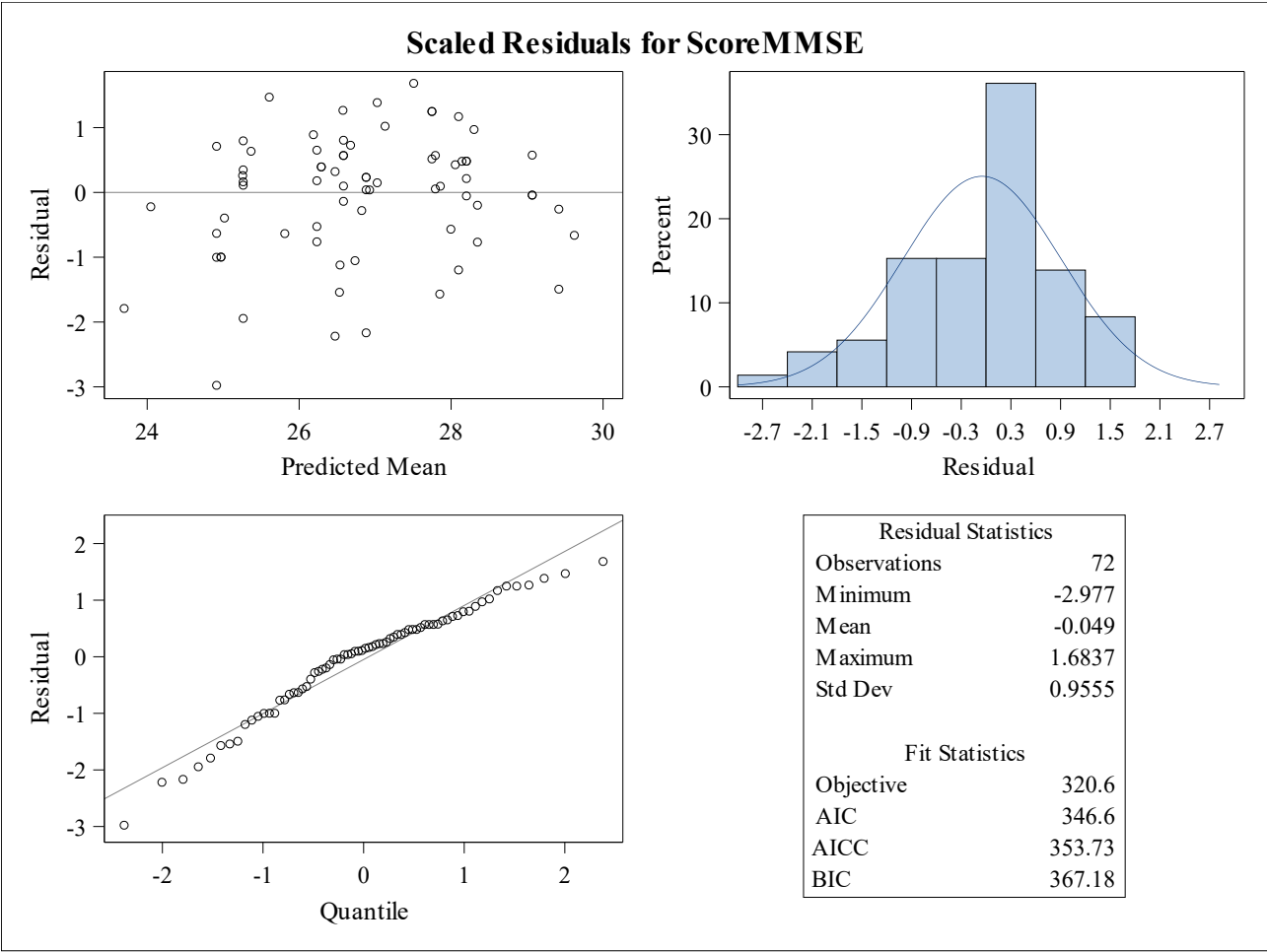


Figure 1 : Scores résiduel pour les résultats obtenus au MMSE

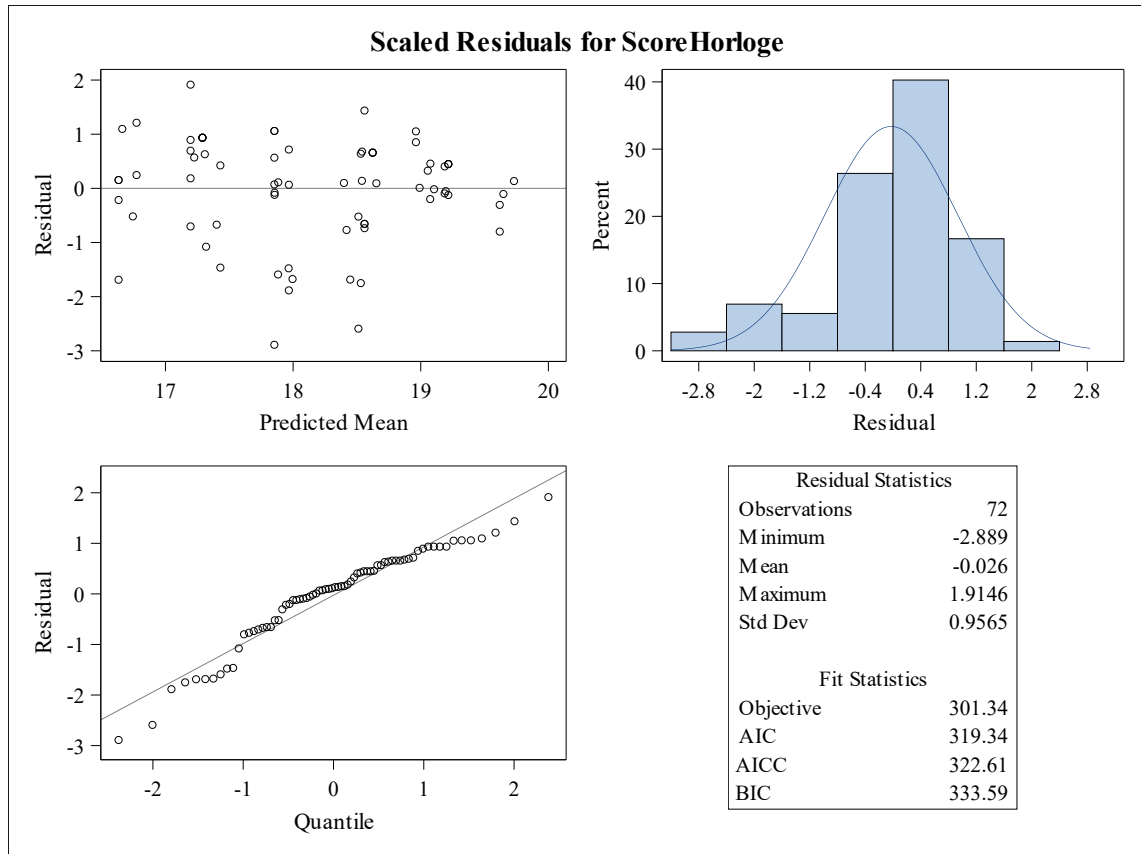


Figure 2 : Scores résiduels pour les résultats obtenus au Test de l'horloge